

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (прізвище

ініціали)

“ _____ ” _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Каращук Яків Федорович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Модернізація навчального стенду

керівник проекту Гришко І.А., доц., к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 20 ” травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту 11 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту Циліндр: $D=280$ мм, $d=100$ мм, $S=100$ мм, $V_{\pi} = 0,75$ м/хв, $V_{рп}=0,25$ м/хв, $V_{в}=0,75$ м/хв, $P=7,5$ МПа, $\psi = 1.15$.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ, РОЗДІЛ 1 . АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДА, 1.1 Призначення й область застосування, 1.2 Характеристика стенда, 1.2.1 Технічна характеристика, 1.3 Мета та задачі дипломного проекту, РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ГІДРОСИСТЕМИ, 2.1 Розробка нової гідравлічної схеми, 2.1.2 Вибір робочої рідини, 2.1.3 Визначення розмірів гідроциліндра, 2.1.4 Визначення витрат, що споживає гідроциліндр, 2.1.5 Розрахунок тисків в робочих порожнинах гідроциліндра, 2.1.6 Підбір насосів та насосної установки, 2.1.7 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів, 2.1.8

Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики, 2.1.9 Розрахунок втрат на гідроапаратурі, 2.1.10 Тепловий розрахунок, 2.2 Доопрацювання гідравлічної схеми, 2.2.1 Визначення витрати, споживаної гідроциліндром, 2.2.2 Підбір насосів та насосної установки, 2.2.3 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів, 2.2.4 Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики. 2.2.5 Розрахунок втрат на гідроапаратурі, 2.2.6 Тепловий розрахунок, РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА, 3.1 Технологічний контроль креслення, 3.2 Аналіз призначення та умов роботи деталі у вузлі, 3.3 Визначення способу виробництва, 3.4 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність, 3.4.1 Якісні характеристики технологічності, 3.4.2 Кількісні характеристики технологічності, 3.5 Техніко-економічне обґрунтування методу виготовлення заготовок, 3.6 Проектування технологічних послідовностей операцій, 3.7 Проектування варіантів маршрутних технологічних процесів. РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ, 4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних чинників при роботі, 4.2 Характеристики об'єкту, 4.3 Освітлення, 4.4 Електробезпека, 4.5 Пожежна безпека, Висновок, Список використаних джерел, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

Пояснювальна записка, Схеми – 2, Загальні види – 2, Складальне креслення – 1, Креслення деталей – 4, Специфікація – 3.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання 03.02.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання до дипломного проектування	03.02.2020-06.02.2020	Виконано
2	Розробка проекту	07.02.2020-15.02.2020	Виконано
3	Проходження практики	18.04.2020-16.05.2020	Виконано
4	Робота над проектом та виконання креслень	17.05.2020-08.06.2020	Виконано
5	При дипломний захист	09.06.2020-10.06.2020	Виконано
6	Доопрацювання проекту	11.06.2020-14.06.2020	Виконано
7	Захист дипломного проекту	15.06.2020-18.06.2020	

Студент

(підпис)

Каращук Я.Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Гришко І.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В даному дипломному проекті розглянуто модернізацію навчального стенда. В даному випадку розроблено дві гідравлічні принципові схеми. До цих схем було підібрано обладнання та виконано гідравлічний розрахунок. Також розроблено 3Д моделі насосної станції, гідроциліндра, його деталей та всього стенда в цілому. За моделями було розроблено креслення. Після з'ясування побажань замовника я перейшов до безпосереднього складання стенда та його успішних випробувань.

Але замовник обрав більш просту схему через її низьку в порівнянні з більш складною вартістю та простоту в обслуговуванні, монтажі і використанні. А також через нижчу вартість компонентів.

Цей проект містить вісім аркушів формату А1. На них зображено: загальний вигляд стенда та його вигляд в ізометрії, загальний вигляд насосної станції та її вигляд в ізометрії, складальне креслення гідроциліндра, його деталювання, та дві запропоновані гідравлічні схеми. Також до проекту додано пояснювальну записку, що містить зображення компонентів, таблиці та повні характеристики апаратури. В додатку є три специфікації до загального вигляду стенда, насосної станції та до складального креслення циліндра.

ANNOTATION

This graduation project is about modernization of the training bench. In this case I developed two hydraulic schemes. Equipment was selected for these schemes and hydraulic calculation was performed. Also developed 3D models of the pumping station, hydraulic cylinder, its parts and the stand as a whole. Drawings were developed according to the models. After finding out the wishes of the customer, I proceeded to the direct assembly of the stand and its successful testing.

But the customer chose a simpler scheme because of its low compared to the more complex cost and ease of maintenance, installation and use. And also because of the lower cost of components.

This project contains eight sheets of A1 format. They show: the general view of the stand and its view in isometry, the general view of the pumping station and its view in isometry, the assembly drawing of the hydraulic cylinder, its detailing, and the two proposed hydraulic schemes. An explanatory note was also added to the project, containing images of components, tables and complete characteristics of the equipment. The appendix contains three specifications for the general appearance of the stand, the pumping station and the assembly drawing of the cylinder.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Модернізація навчального стенду

Київ – 2020 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДА	12
1.1 Призначення й область застосування	12
1.2 Характеристика стенда	14
1.2.1 Технічна характеристика	14
1.2.2 Основні складові.....	14
1.3 Мета та задачі дипломного проекту	15
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ГІДРОСХЕМИ	16
2.1. Розрахунок нової гідравлічної схеми	16
2.1.1 Характеристики гідроциліндра	18
2.1.2 Вибір робочої рідини	19
2.1.3 Визначення розмірів гідроциліндра.....	20
2.1.4 Визначення витрат, що споживає гідроциліндр	21
2.1.5 Розрахунок тисків в робочих порожнинах гідроциліндра.....	24
2.1.6 Підбір насосів та насосної установки.....	24
2.1.7 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів.....	28
2.1.8 Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики.....	31
2.1.9 Розрахунок втрат на гідроапаратурі	37
2.1.10 Тепловий розрахунок	39
2.2 Доопрацювання гідравлічної схеми.....	41
2.2.1 Визначення витрати, споживаної гідроциліндром.....	43
2.2.2 Підбір насосів та насосної установки.....	44
2.2.3 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів	45
2.2.4 Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики.....	48
2.2.5 Розрахунок втрат на гідроапаратурі	53
2.2.6 Тепловий розрахунок	54
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	57
3.1. Технологічний контроль креслення.....	57
3.2. Аналіз призначення та умов роботи деталі у вузлі	57

					<i>МА61104.ДП.00.00.00ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Каращук Я.Ф.			<i>Модернізація навчального стенда</i>	Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Гришко І.А					7	94
Реценз.						КПІ ім. І. Сікорського		
Н.Контр.								
Затверд.								

3.3. Визначення способу виробництва	58
3.4 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність	59
3.4.1. Якісні характеристики технологічності	59
3.4.2. Кількісні характеристики технологічності	59
3.5 Техніко-економічне обґрунтування методу виготовлення заготовок	60
3.6 Проектування технологічних послідовностей операцій.....	62
3.7 Проектування варіантів маршрутних технологічних процесів.....	65
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	69
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних чинників при роботі	69
4.2 Характеристики об'єкту.....	69
4.3 Освітлення.....	71
4.4 Електробезпека	73
4.5 Пожежна безпека.....	74
ВИСНОВОК.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
ДОДАТОК А. ФОТОГРАФІЇ	79
ДОДАТОК Б. СПЕЦИФІКАЦІЇ.....	89

ВСТУП

Навчальний стенд – це пристрій для тренування студентів навчальних закладів, за рахунок проведення певних експериментів, моделювання ситуацій, що можуть виникнути в реальному житті. Як показує педагогічна практика, дуже важко, або іноді навіть неможливо досягти високої якості освіти без відповідного обладнання. Стендове обладнання має велику роль у підготовці спеціалістів, адже з його допомогою лабораторні та практичні заняття можна зробити набагато цікавішими та якісними. Тільки стенди дозволяють студентам отримувати як теоретичні, так і практичні навички з високим рівнем безпеки, комфорту та реалістичності в роботі з віртуальними та реальними об'єктами. Окрім того, стенди дозволяють викладачам більш зручно та доступно пояснювати і доносити матеріал до студентів [1].

Лабораторно-навчальних стендів існує велика кількість. Вони бувають різними за призначенням, за типами тощо. За поколіннями їх можна розрізнити наступним чином:

- Спеціалізований лабораторний стенд. Він відноситься до першого покоління. Призначений для дослідження одного об'єкта або явища. Його перевагою можна вважати відносно невелику вартість.
- Універсальний лабораторний стенд. Його можна віднести до другого покоління. Призначений для дослідження декількох об'єктів. Має загальні для об'єктів сигнальні джерела, блоки живлення, вимірювальні прилади і таке інше. На стендах цього покоління застосовано загальні вимірювальні прилади та покращені засоби керування. До його позитивних рис можна віднести зменшення кількості стендів та площ для них, спрощена робота з ними, через зручність використання та можливість встановлювати змінні однакові об'єкти.
- Третє покоління лабораторних стендів являє собою автоматизовані робочі місця, що включають в себе комп'ютер, під'єднаний до пристрою спряження з об'єктом. Роль вимірювальних пристроїв у даному поколінні виконують датчики, під'єднані до спряженого пристрою. Очевидною перевагою

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

такого навчального обладнання являється зменшення операцій, що виконуються в певний проміжок часу, а звідси й більш ефективне використання часу.

- Лабораторний стенд з віддаленим колективним доступом відноситься до четвертого покоління. Це стенд у якому на комп'ютер покладають додаткові задачі сервера з віддаленим доступом. Таким чином з'являється можливість доступу до такого обладнання декількох експериментаторів без обмеження по відстані. Всі його елементи розташовані вільно, розбиті по групах, тапов'язані між собою. Використання таких навчальних стендів на лабораторних та практичних заняттях є гарною основою для підготовки компетентного професіонала своєї справи [2].

Таке обладнання використовується в багатьох закладах освіти, може бути застосованим для безлічи спеціальностей. Адже навчальні стенди дозволяють підготувати висококласних спеціалістів в області гідравліки, електроніки, електротехніки, хімії, фізики, програмування та ще в великому різноманітті професій. На жаль, в сучасних українських ВНЗ існує брак сучасного обладнання. Багато старих навчальних стендів знаходяться в поганому стані і підтримуються в робочому вигляді завдяки великим зусиллям співробітників університетів та студентів. Безліч таких необхідних в навчальному процесі пристроїв зовсім застаріли та не можуть моделювати деякі ситуації, що з'являються в сучасних машинах й апаратах. Також великою проблемою стає застарілість самих компонентів, з яких складається навчальне обладнання.

Наявність сучасних навчальних стендів і обладнання є показником якості ВНЗ. Від них на пряму залежить якість підготовки висококласних спеціалістів і можливість випустити професіонала, що буде відповідати сучасним високим вимогам роботодавців, оскільки від якості освіти залежить і якість роботи. Сучасне лабораторне і навчальне обладнання потребує постійного удосконалення та модернізації, оскільки ринок високих технологій та виробництва розвивається дуже швидко [2].

Саме по цій причині постала необхідність модернізації старого навчально-лабораторного стенду на кафедрі технологій виробництва літальних апаратів.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Він являє собою гідравлічний прес, на якому виконувались лабораторні роботи по штампуванню й обробці матеріалів тиском.

Мета та задачі дипломного проекту

Довгі роки роботи стенда та великі тиски призвели до зношування стенда і, як наслідок, до зменшення тиску в гідравлічній системі та його погіршення роботи [3]. Метою роботи є розробка повністю нової гідравлічної системи на сучасному обладнанні, щоб підвищити ефективність та надійність відновленого й модернізованого стенду. Для досягнення цієї мети потрібно вирішити такі основні завдання:

1. Розрахувати та підібрати гідравлічне обладнання.
2. Розробити заходи щодо її технічного обслуговування.
3. Розробити заходи з охорони праці.

На вирішення зазначених вище , а також інших завдань і спрямований даний дипломний проект.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Розділ 1. АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОГО СТЕНДА

1.1 Призначення й область застосування

Навчально-лабораторний стенд з індивідуальним гідروприводом призначений для виконання лабораторних робіт з холодного об'ємного видавлювання, гарячого об'ємного штампування. (Рис.1.1)



Рис.1.1 Загальний вигляд стенда для лабораторних робіт.

Підготовка спеціалістів в області штампування, видавлювання, і взагалі, в області обробки металів тиском – є надзвичайно важливою, оскільки сучасне виробництво важко уявити без цих необхідних процесів.

Штампуванням виготовляються безліч речей від найпростіших, що зустрічаються у побуті, таких як каструлі, алюмінієві кружки, тощо, до елементів

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

облицювання літаків і автомобілів. Ці процеси дозволяють виготовляти деталі з отриманням мінімальної маси при заданій міцності та жорсткості, отримувати достатньо високу якість поверхні, що дозволяє зменшити оброблювальні операції різання. Також не менш важливою є простота механізації та автоматизації, що дозволяє забезпечити високу продуктивність виробництва. Важливою перевагою можна безумовно вважати можливість пристосування до масштабів виробництва, що забезпечує в свою чергу економічну вигідність в масовому та дрібносерійному виробництві [4].

Штампування поділяється на такі типи:

- Холодне листове штампування
- Гаряче об'ємне штампування
- Холодне об'ємне штампування
- Валкове штампування
- Магнітно-імпульсне штампування

Методом холодного листового штампування виготовляють різноманітні плоскі та просторові деталі, що важать від долей грама, та за розмірами лише десятими частинами міліметра, до деталей масою в десятки кілограм і за розмірами в декілька метрів. Гарячим об'ємним штампуванням виконуються безіч деталей машин і механізмів, виконуючи нагрівання заготовки до кувальної температури і за допомогою спеціального інструмента – штампа. Холодне об'ємне видавлювання незамінне при виготовленні високоточних виробів таких як шарові опори автомобільних підвісок та втулок несучих гвинтів гелікоптерів, оскільки відсутність нагріву дозволяє виробити деталь, що не постраждає від гарячих тріщин чи зміни структури металу в наслідок нагрівання. Валкове штампування – це формозмінна операція обробки металів тиском, задля отримання осесиметричних деталей з циліндричної заготовки за рахунок дії на неї радіальних та осьових навантажень. Такий вид обробки розповсюджений як у великосерійному, так і всередньо- та дрібносерійному виробництві. Магнітно-імпульсне штампування виконується за рахунок того, що електрична енергія перетворюється в механічну, що призводить до деформації заготовки [4].

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К. 13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як видно з усього вищесказаного, для того, щоб працювати з такими технологіями, потрібні високоякісні спеціалісти, що зможуть ними користуватися та розвивати. Саме тому було необхідно модернізувати обладнання для навчання спеціалістів високого рівня в такій важливій області.

1.2 Характеристика стенда

1.2.1 Технічна характеристика

Стенд являє собою гідравлічний прес для проведення лабораторних і практичних робіт з холодного об'ємного видавлювання, гарячого об'ємного штампування та холодного листового штампування. Номінальне зусилля, кН: 40; хід поршня гідроциліндра, мм: 100; максимальні габаритні розміри, мм: 1300x600.

- Призначення: навчальний стенд
- Країна виробництва: СРСР
- Хід поршня циліндра, мм: 100
- Номінальне зусилля, кН: 40
- Розміри столу, мм: 380x380
- Максимальні габаритні розміри, мм: 1600x1310
- Номінальний тиск в системі, МПа: 7.5

1.2.2 Основні складові

Загальний вигляд стенда зображено на рисунку 1.2

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

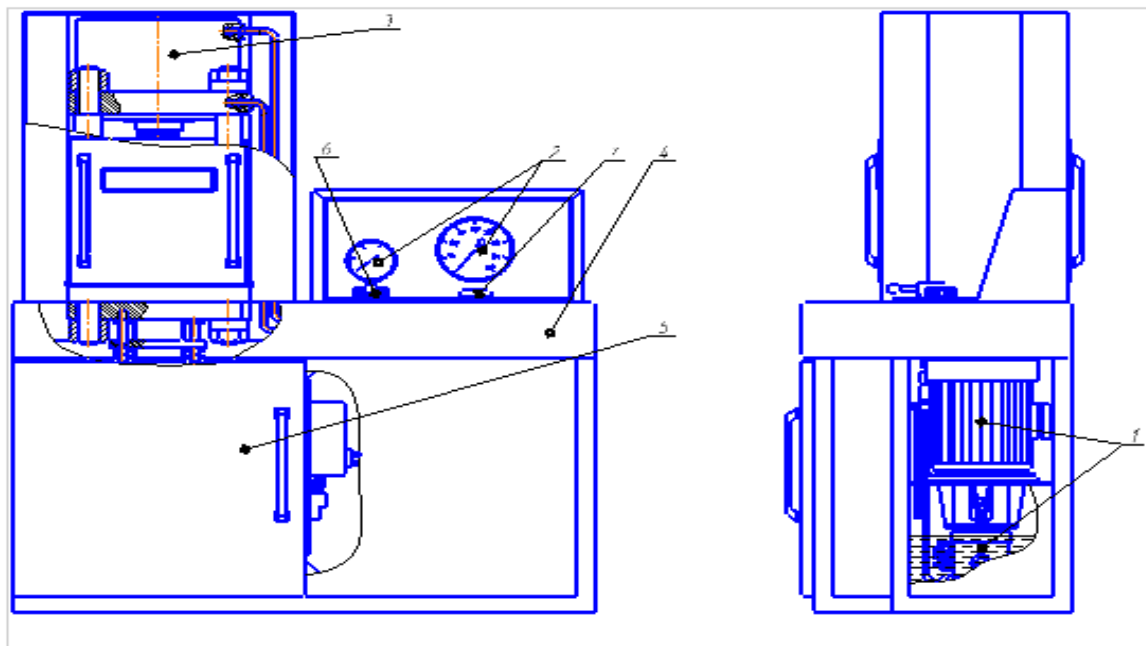


Рис. 1.2 Загальний вигляд стенда

1-гідростанція, 2 – манометри на панелі приладів, 3 – гідроциліндр, 4 – станина, 5 – шафа керування, 6 – гіравлічний розподільник, 7 –запобіжний клапан тиску.

1.3 Мета та задачі дипломного проекту

Довгі роки роботи та високий тиск в системі вплинув не найкращим чином на зносостійкість гідроапаратури, на даний момент система не видає потрібного тиску і робота преса погіршилась.

Метою роботи є поновлення і модернізація гідравлічної системи.Для досягнення зазначеної мети потрібно вирішити такі основні завдання:

1. Розрахувати та підібрати гідравлічне обладнання.
2. Розробити заходи щодо її технічного обслуговування.
3. Розробити заходи з охорони праці.

На вирішення зазначених вище , а також інших завдань і спрямований даний дипломний проект.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ГІДРОСИСТЕМИ

2.1. Розробка нової гідравлічної схеми

Для вирішення завдання мною запропонована гідравлічна схема, що представлена на рисунку 2.1. Оскільки в даному випадку будуть мати місце холості переміщення з невеликими навантаженнями, буде доцільно застосувати схему насосної станції з двома гідронасосами [3].

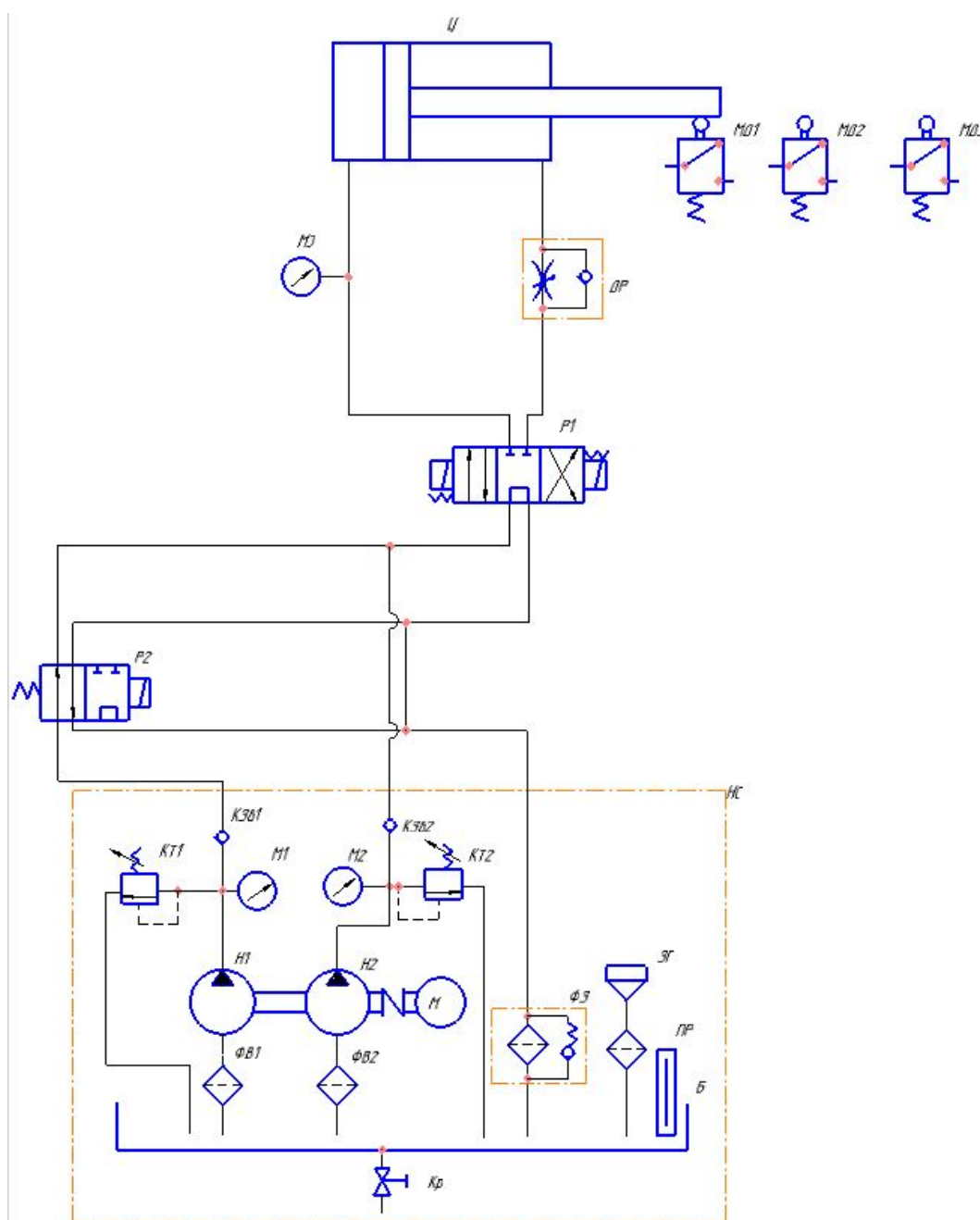


Рис.2.1 Схема гідравлічна

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Дана гідравлічна схема складається з: робочого циліндра Ц, розподільників Р1, Р2, манометрів М1, М2 і М3, клапанів тиску Кт1 і Кт2, що регулюють тиск на насосах Н1 та Н2 відповідно, клапанів зворотних Кзв1 і Кзв2, фільтрів на лінії всмоктування ФВ1 та ФВ2, фільтра зливного з обвідним клапаном ФЗ, дроселя зі зворотним клапаном ДР, механічних датчиків положення МД1, МД2, МД3, заливної горловини ЗГ, покажчика рівня ПР, крана Кр на баці для злива робочої рідини за виникнення такої потреби.

Схема працює наступним чином: встановлено два насоси, Н1 – малого тиску і великої витрати та Н2 – великого тиску і малої витрати. На виході з насосів стоять запобіжні клапани Кт1 і Кт2, що регулюють тиск та запобігають його перевищенню на кожному з насосів відповідно. Далі стоять зворотні клапани Кзв1 і Кзв2, що запобігають тому, що один насос «заливає» інший, чим заважає його роботі, а також захищають насоси від гідроудару. Для того, щоб налаштувати правильний тиск на кожному з насосів, встановлено манометри М1 та М2, показують тиск, налаштований запобіжними клапанами тиску Кт1 та Кт2 відповідно. Насоси підключаються до схеми, залежно від такту. Перед входом в гідроциліндр встановлено манометр М3. На втягнутому положенні штока, на відстані 50 мм від торця штока у втягнутому положенні та в крайньому витягнутому положенні знаходяться механічні датчики положення МД1, МД2, МД3. При натисканні кнопки «вниз» перемикається розподільник Р1, шток поршня починає рух із швидким підводом. Коли шток доходить до механічного датчика, він перемикає його і сигнал приходить на реле та вмикає електромагніт розподільника Р2, що відключає насос Н1 (насос великої витрати та малого тиску), але залишається насос Н2 (насос великого тиску та малої витрати). Безпосередньо перед входом в циліндр розташовано манометр М3, що показує підвищення тиску із зростанням навантаження. Гідроциліндр Ц рухається зі швидкістю 0,75 м/хв половину свого шляху (50мм) – це швидкий підвід, а потім рухається зі швидкістю 0,25м/хв – робоча подача. При натисканні штоком механічного датчика МД3, поршень зупиняється, при натисканні кнопки «вгору» перемикається розподільник Р1 та вимикається електромагніт розподільника Р2,

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що підключає до схеми насос Н1 що забезпечує швидкий відвід. При русі штока гідроциліндра назад передбачено лише швидкий відвід зі швидкістю 0,75 м/хв, оскільки при зворотньому русі гідроциліндр не виконує корисної роботи. Для регулювання швидкості руху штока гідроциліндра на висування передбачено дросель зі зворотним клапаном ДР.

2.1.1 Характеристика гідроциліндра

Гідроциліндр (рис.2.2) в системі задовольняє всім умовам, тому ми не змінюємо його, а просто використовуємо його параметри для розрахунків. Характеристики циліндра наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристики гідроциліндра

Параметри	Значення
Діаметр поршня	280мм
Діаметр штоку	100мм
Робочий хід	100мм
Робочий тиск	7.5МПа

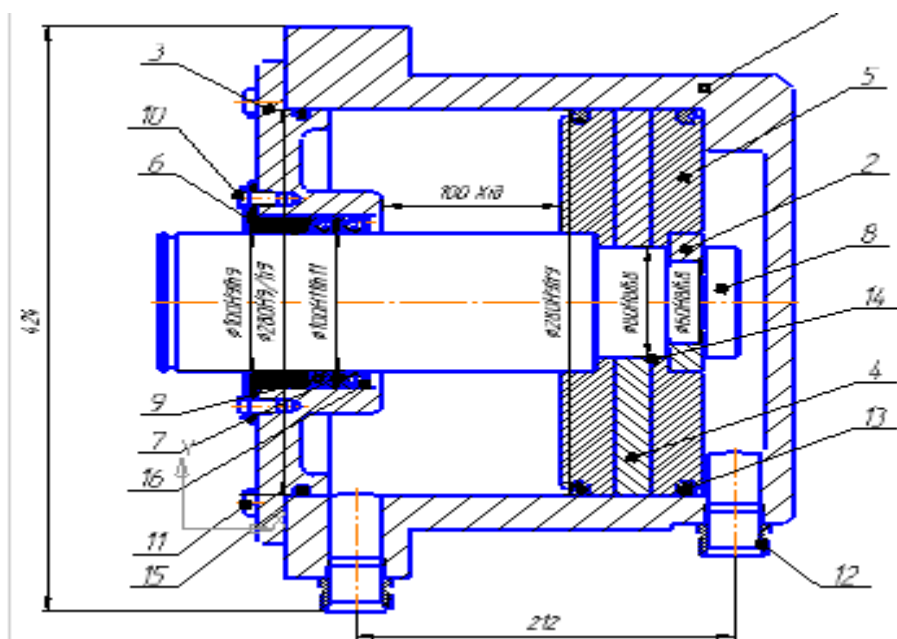


Рис. 2.2. Гідроциліндр

2.1.2 Вибір робочої рідини

Правильний підбір робочої рідини дуже важливий, тому що від неї залежить правильність роботи гідропривода, безпека, а також ресурс роботи його складових частин. Робоча рідина виконує декілька функцій: вона являється робочим тілом в гідросистемі, вона змащує пари тертя, захищає поверхні від корозії. Дуже важливими також є температурні режими роботи гідропривода і вони мають відповідати температурним характеристикам самої рідини, задля збереження її основних властивостей, виключення смозаймання та спалахування. Врахування хімічного складу та властивостей також є необхідним, щоб не пошкодити ущільнювання та відповідати умовам виробництва [5].

Комплекс вимог до робочої рідини є дуже широким, саме тому підібрати таку рідину, щоб задовольняла всім запитам, майже неможливо. В даному випадку ми маємо систему, що знаходиться в приміщенні, тому температура оточуючого середовища не буде нижчою за 0 градусів за Цельсієм. Це дозволяє використовувати мастила підвищеної в'язкості $\nu = (20...40) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ та теплостійкості, що покращує змащувальність та стійкість до окиснення[5]. Гідросистеми мають працювати без заміни мастила не менше, ніж 2000... 5000 годин[5].

Обираю гідравлічну рідину HLP 46 AF, чиї характеристики наступні:

- В'язкість кінематична при 40 ° C, мм² / с 45.3
- Щільність при 15 ° C, кг/м³, 851
- Температура застигання, ° C, не вище -30
- Температура спалаху, ° C, не нижче 252
- Наявність піни при 24 ° C <20/0
- Клас в'язкості ISO 46
- Характеристика старіння, збільшення числа нейтралізації після 1000 год, мг КОН/г <1,0

Гідравлічне масло HLP 46 AF виготовлене на основі високоякісних рафінатів мінеральних мастил та безцинкової комбінації активних речовин, що покращують антикорозійні властивості, а також гарантують виключний захист від зношування [6].

Область застосування мастила HLP 46 AF:

Використовується в якості робочої рідини для гідравлічних систем, що функціонують в умовах термічних навантажень. Використовується в системах, де існує можливість потрапляння води.

Переваги HLP 46 AF:

- Безперебійна експлуатація, навіть в системах, що виконані з різних матеріалів.
- Призначені для високих навантажень та довгого терміну служби обладнання.
- Вода та волога, що проникають у систему, швидко відділюються.
- Повітря, що проникає, швидко відділяється.
- Хороша здатність до фільтрування.
- Можливі збільшені інтервали зміни мастила.

2.1.3 Визначення розмірів гідроциліндра

Діаметр заданого гідроциліндра 280мм.

Рівняння рівноваги сил, що діють на поршень, уявимо у вигляді:

$$p_1 F_1 - p_2 F_2 - P' = 0.$$

де p_1 і p_2 – тиски в порожнинах циліндра, сполучених відповідно з напірною і зливною гідролініями ; F_1 і F_2 – площі поршня з боку відповідно напірної та зливної гідроліній; P' - повне навантаження $P' = P + P_{тр}$; P – повне зусилля (корисне) утворюване на штоку; $P_{тр}$ – сила тертя в ущільненнях і направляючих поршня і штока[5].

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

З урахуванням механічного ККД гідроциліндра

$$P' = \frac{P}{\eta_M}.$$

Механічний ККД гідроциліндра залежить від виду застосовуваних ущільнень. Для гідроциліндрів із манжетними ущільненнями $\eta_M = 0.95 \dots 0.95$ [5].

Для гідроциліндра з одnobічним штоком, що працює на стиск при виштовхуванні поршня (рис 3.1 а), діаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 * P}{\pi(p_1 - p_2 / \psi)\eta_M}}.$$

де P – задане робоче зусилля, Н; p_1 і p_2 – тиск відповідно в напірній і зливній порожнинах гідроциліндра, Па; $\psi = F_1/F_2 = D^2 / (D^2 - d^2)$ – відношення площі поршня з боку відповідно поршневої і штокової порожнин.

Протитиснення p_2 визначається гідравлічними витратами, що дорівнюють сумі витрат на лінійних і місцевих опорах трубопроводів і гідроапаратів, встановлених на зливній гідролінії. При розрахунку попередньо приймемо $p_1 = p_H$, $p_2 = 0.3 \dots 0.5$ МПа, потім уточнимо прийнятий тиск після виконання гідравлічного розрахунку. Коефіцієнт відношення площ із нормальним діаметром штока $\psi = 1.33$ [5]/

2.1.4 Визначення витрат,що споживає гідроциліндр

Витрати розраховуються після визначення конструктивних розмірів гідродвигунів на підставі заданих швидкостей руху і з урахуванням циклограм роботи приводів для кожного її такту [5].

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для гідроциліндра споживана витрата при роботі штока на виштовхування:

Визначення витрати при русі штока гідроциліндра на виштовхування:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} * V_{\pi} = \frac{3,14 * 0,280^2}{4} * \frac{0,75}{60} = 0,00077 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 46,2 \text{л/хв}$$

де: V_{π} – швидкість швидкого підводу, $V_{\pi} = 0,75$ м/хв.

F – робоча площа поршневої порожнини.

Визначимо витрату при русі поршня гідроциліндра на засування:

$$Q = F_1 * V = F_{\text{шт.пор}} * V_{\text{в}} = 0,053 * 0,75/60 = 0,00066 \text{м}^3/\text{с} = 39,75 \text{л/хв}$$

де: $V_{\text{в}}$ – швидкість відводу, $V_{\text{в}} = 0,75$ м/хв.

$F_{\text{шт.пор}}$ – робоча площа штокової порожнини.

З умови довжини ходу циліндра $l = 0,1$ м.

Гідроциліндр працює всього у двох тактах і трьох підтактах: такт 1, підтакт 1 – висування штока, швидкий підвід; такт 1, підтакт 2 – висування штока, робоча подача; такт 3 – засування штока, швидкий відвід.

Такт 1.

Підтакт 1. Шток циліндра працює на висування, швидкий підвід:

Відомо, що $l_{\text{шт}} = 0,51$, швидкість руху $V_{\pi} = 0,5$ м/хв

Знайдемо витрату при русі штока циліндра при швидкому підводі:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} * V_{\pi} = \frac{3,14 * 0,280^2}{4} * \frac{0,75}{60} = 0,00077 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 46,2 \text{л/хв}$$

Тепер, знаючи швидкість ($V_{\pi} = 0,75$ м/хв) та шлях ($l_{\text{шт}} = 0,51$), що проходить шток на швидкому підводі, знайдемо час:

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$t_{1.1}=l_{\text{шп}}/V_{\text{п}}= 0,05/0,75=0,06\text{хв}=3,9\text{с}$$

Такт 1.

Підтакт 2. Робоча подача, висування штока гідроциліндра

Відомо, що $l_{\text{рп}}=0,5\text{л}$, а швидкість руху $V_{\text{рп}}=0,25\text{ м/хв}$

Знайдемо витрату при русі штока циліндра при робочій подачі:

$$Q = \pi D^2 / 4 * V_{\text{рп}} = \frac{3,14 * 0,280^2}{4} * \frac{0,25}{60} = 0,00026 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 15,3\text{л/хв}$$

Тепер, знаючи швидкість ($V_{\text{рп}}=0,25\text{ м/хв}$) та шлях ($l_{\text{шп}}=0,5\text{л}$), що проходить шток на робочій подачі, знайдемо час:

$$t_{1.2}=l_{\text{рп}}/V_{\text{рп}}= 0,05/0,25=0,2\text{хв}=12\text{ с}$$

Загальний час такту:

$$t_{\text{заг1}}=t_{1.1}+t_{1.2}=12+3,9=15,9\text{ с}$$

Такт 3. Швидкий відвід.

Знайдемо витрату при швидкому відводі:

$$Q = F_1 * V = F_{\text{шт.пор}} * V_{\text{в}} = 0,053 * 0,75/60 = 0,00066\text{м}^3/\text{с} = 39,75\text{л/хв}$$

Тепер, знаючи швидкість ($V_{\text{в}}=0,5\text{ м/хв}$) та шлях ($l_{\text{шв}}=1\text{л}=0,1\text{м}$), що проходить шток на швидкому відводі, знайдемо час:

$$t=l_{\text{шв}}/V_{\text{п}}= 0,1/0,75=0,13\text{хв}=7,9\text{с}$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.1.5 Розрахунок тисків в робочих порожнинах гідроциліндра

Такт 1. Підтакт 1. Гідроциліндр працює на виштовхування з швидким підводом.

$$P_{1.1} = \frac{P_{н1}}{F_{1.1} \cdot \eta_m} + \frac{P_{зл}}{\psi} = \frac{-490}{0,06 \cdot 0,91} + \frac{0,3 \cdot 10^6}{1,15} = 0,253 \text{ МПа}$$

Де $F_{1.1}$ – площа поршневої порожнини гідроциліндра.

$P_{н1}$ – корисне навантаження.

$P_{зл}$ – тиск на злив.

Такт 1. Підтакт 2. Гідроциліндр працює на виштовхування з робочою подачою.

$$P_{1.2} = \frac{P_{н1}}{F_{1.1} \cdot \eta_m} + \frac{P_{зл}}{\psi} = \frac{400 \cdot 10^3}{0,06 \cdot 0,91} + \frac{0,3 \cdot 10^6}{1,15} = 6,54 \text{ МПа}$$

де $F_{1.1}$ – площа поршневої порожнини гідроциліндра.

$P_{н1}$ – корисне навантаження.

$P_{зл}$ – тиск на злив.

Такт 2. Гідроциліндр працює на швидкий відвід.

$$P'_{1.2} = \left(\frac{P_{н2}(1-\eta_m)}{F_{1.2} \cdot \eta_m} + P_{зл} \right) \cdot \psi = \left(\frac{490(1-0,91)}{0,05 \cdot 0,93} + 0,3 \cdot 10^6 \right) \cdot 1,15 = 0,346 \text{ МПа}$$

2.1.6 Підбір насосів та насосної установки

Для нормальної роботи гідропривода необхідно, щоб у кожному такті виконувалась умова [5]:

$$Q_n \geq \sum Q_i,$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

де Q_n -подача насоса; Q_i -витрата споживана i - гідро двигуном в відповідному такті.

В першому підтакті першого такту будуть працювати обидва насоси, для того щоб забезпечити швидкий підвід. У другому підтакті першого такту насос Н1 відключиться, а залишиться тільки насос великого тиску та малої витрати Н2. Для засування штока, потрібно буде натиснути відповідну кнопку, що керує електромагнітом розподільника Р1, ця ж кнопка відключає електромагніт на розподільнику Р2, що дозволяє забезпечити швидкий відвід. На останньому, другому такті, працюватиме знову насос низького тиску та великої витрати разом з насосом великого тиску та малої витрати, щоб забезпечити швидкий відвід штока. Оскільки в даному випадку маємо два насоси, що підключаються і відключаються від схеми та працюють в ній залежно від такту, потрібно підібрати насоси під кожен такт відповідно.

Насоси працюють разом:

Аналіз сумарної споживаної приводом витрати показує, що вона змінюється від такту до такту. Найбільше значення витрати при швидкому підводі $Q = 46,2 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$. Подача насосів для цього випадку мала б бути:

$$Q_n \geq Q$$

Оскільки цикл, що виконується за допомогою двох насосів Н1 та Н2, складається з двох тактів (швидкий підвід та швидкий відвід) прийmemo час їх циклу рівний сумі часу двох їх тактів, і максимальна витрата насоса має бути рівною максимальній витраті в циклі [3].

Об'єми рідини, що буде надходити у гідросистему за час циклу $t_{\text{ц}}$:

$$V_{\text{ц}} = Q_n t_{\text{ц}}$$

де $t_{\text{ц}} = 7,9 + 3,9 = 11,8 \text{с}$;

$$V_{\text{ц}} = 0,00077 \cdot 11,8 = 0,0091 \text{ м}^3$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Обсяг рідини $V_{ц.с.}$, споживаний гідросистемою за час циклу:

$$V_{ц.с.} = Q_{шп} t_{1.1} + Q_{шв} t_{1.3} = 0,00077 \cdot 3,9 + 0,00066 \cdot 7,9 = 0,0082 \text{ м}^3$$

Коефіцієнт використання продуктивності насоса визначається як відношення об'єму рідини, споживаного гідросистемою за час циклу, до обсягу рідини, що надходить від насоса:

$$K_Q = \frac{V_{ц.с.}}{V_{ц}} = \frac{0,0082}{0,0091} = 0,9$$

Насос великого тиску та малої витрати:

В даному випадку насос залишається підключеним схеми лише один на робочій подачі. Тому для нього значення витрати має бути [3]:

$$Q_n \geq Q$$

Тобто $Q_n \geq 0,00026 \text{ м}^3/\text{с} = 15,3 \text{ л/хв.}$

Об'єми рідини, що буде надходити у гідросистему за час циклу $t_{ц}$:

$$V_{ц} = Q_n t_{ц},$$

де $t_{ц} = 12 \text{ с};$

$$V_{ц} = 0,00027 \cdot 12 = 0,00324 \text{ м}^3$$

Обсяг рідини $V_{ц.с.}$, споживаний гідросистемою за час циклу:

$$V_{ц.с.} = Q_{рп} t_{1.2} = 0,00027 \cdot 12 = 0,00324$$

Тоді коефіцієнт продуктивності використання насоса:

$$K_Q = 1.$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Вибір насоса:

Обираємо двосекційний шестеренний насос “Vivoil” 9M201 (рис. 2.3), передня секція якого буде виконувати роль насоса великої витрати та малого тиску. Передньою секцією насоса обираємо передній насос серії XV X2T/22 (рис.2.4).

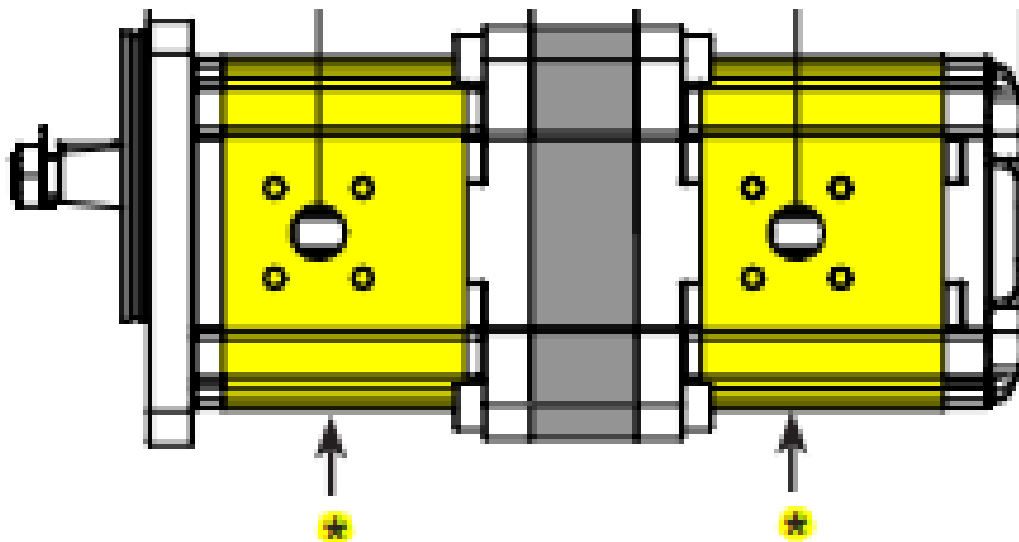


Рис. 2.3. Насос “Vivoil” 9M201



Рис. 2.4 Передній насос серії XV X2T/22.

Характеристики переднього насоса серії XV X2T/22:

- Робочий об'єм, м³: 22.8
- Максимальний тиск, МПа: 20
- Діаметр фланця, мм: 36,5
- Мімальна швидкість обертання вала, об/хв: 700
- Максимальна швидкість обертання вала, об/хв: 3000

В якості насоса малої витрати та великого тиску обираємо задній насос Vivoil серії XV X2F – 2/11 (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Задній насос Vivoil серії XV X2F – 2/11.

Характеристики заднього насоса Vivoil серії XV X2F – 2/11:

- Робочий об'єм, см³: 10.8
- Максимальний тиск, МПа: 26
- Діаметр фланця, мм: 36,5
- Мімальна швидкість обертання вала, об/хв: 700
- Максимальна швидкість обертання вала, об/хв: 3500

2.1.7 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів:

Завдання розрахунку - визначення діаметрів трубопроводів і втрат тиску, що виникають у них при протікання через їх перерізи робочої рідини.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Розрахунок варто робити на ділянках, які мають однакову витрату. Ділянка являє собою трубопровід із встановленими на ньому місцевими опорами (трійники, штуцера, коліна й т.п.) і гідроапаратами [5].

Внутрішній діаметр труби, мм:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}}$$

де Q_T - витрата рідини на ділянці що розраховується, м³/с.

V_{cp} - середня швидкість рідини, м/с.

Отримане значення округляють по ДЕРЖСТАНДАРТУ 8732-78 і ДЕРЖСТАНДАРТУ 8734-75 (6,8,10,16,20,25,32 мм).

Середню швидкість рідини вибирають залежно від призначення трубопроводу:

- для усмоктувальних $V=0,5$ м/с;
- для зливальних $V= 1,4$ м/с;
- для напірних $V= 3$ м/с.

Довжини ділянок трубопроводу:

Довжина на лінії нагнітання $l_1=2,7$ м;

Довжина на лінії зливу $l_2=2,1$ м;

Діаметр трубопроводу:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00084}{\pi \cdot 3}} = 18,8 \text{ мм}$$

Діаметр трубопроводу обираємо рівним $d_T=20$ мм (за державним стандартом).

Для лінії зливу приймаємо той самий діаметр трубопроводу.

Дійсна швидкість руху рідини:

$$V=4Q/\pi d^2= 4 \cdot 0,00084/\pi \cdot 0,02^2=2,67 \text{ м/с}$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Де Q – витрата, d – діаметр трубопроводу.

Число Рейнольдса:

$$Re = Vd/\vartheta = 2,67 \cdot 0,02 / 45,3 \cdot 10^{-6} = 943,046$$

Де V – реальна швидкість руху рідини, що рухається в трубопроводі, ϑ – коефіцієнт кінематичної в'язкості

Коефіцієнт Дарсі:

$$\lambda = 64 / Re = 64 / 943,046 = 0,067$$

Де Re – число Рейнольдса.

Знаходження втрат тиску на ділянках магістрального трубопроводу:

Втрати по довжині:

$$\Delta p_{\text{довж}} = (0,5 \lambda \rho V^2) / d = 0,5 \cdot 0,067 \cdot 851 \cdot 2,67^2 \cdot 2,7 / 0,02 = 26436,62 \text{ Па} = 0,026 \text{ МПа}$$

Де λ – коефіцієнт Дарсі, ρ – густина рідини, V – швидкість руху рідини, d – діаметр трубопроводу, l – довжина трубопроводу.

Втрати тиску на місцевих опорах:

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2$$

Де ξ - втрати на місцевих опорах

$\xi = 0,5$ – втрата на штуцері;

$\xi = 0,12$ – втрата на коліні;

$\xi = 2$ – втрата на трійнику;

Втрати на штуцерах:

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2 = 0,5 \cdot 851 \cdot 0,5 \cdot 2,67^2 = 1500 \text{ Па} = 0,0015 \text{ МПа}$$

Втрати на колінах:

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2 = 0,5 \cdot 851 \cdot 0,12 \cdot 2,67^2 = 364 \text{ Па} = 0,00036 \text{ МПа}$$

Втрати на трійниках:

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2 = 0,5 \cdot 851 \cdot 2 \cdot 2,67^2 = 6066 \text{ Па} = 0,006 \text{ МПа}$$

Всього на напірній лінії 7 штуцерів, тому загальна втрата тиску на штуцерах дорівнює:

$$\Delta p_{\text{заг. шт}} = \Delta p_7 = 0,0017 \cdot 7 = 0,0105 \text{ МПа}$$

Всього на напірній лінії встановлено 2 трійники, тому сумарні втрати тиску на них дорівнюють:

$$\Delta p_{\text{заг. тр}} = \Delta p_2 = 2 \cdot 0,006 = 0,012 \text{ МПа}$$

На напірній лінії встановлено 5 колін, відповідно сумарні втрати на колінах будуть рівні:

$$\Delta p_{\text{заг. кол}} = \Delta p_5 = 5 \cdot 0,00036 = 0,0018 \text{ МПа}$$

2.1.8 Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики

Підбір обладнання – дуже важливливий етап у розробці гідравлічної системи. Саме від його надійності, правильності підбору під задані параметри та режими роботи залежить надійність та працездатність системи в цілому.

Зворотний клапан

Клапан зображено на рисунку 2.6. Обираємо 2 клапани VLV.CD RITEGNO INDUSTRI. 1/2 OMFB в якості зворотних клапанів КЗв1 та КЗв2 для насосів Н1 та Н2 відповідно.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К. 31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.6. Зворотний клапан VLV.CD RITEGNO INDUSTR. 1/2 OMFB

Характеристики зворотного клапана VLV.CD RITEGNO INDUSTR. 1/2 OMFB:

- Максимальна витрата, л/хв: 70
- Максимальний тиск, МПа: 35
- Різьба: 1/2"

Запобіжний клапан

Обираємо в якості запобіжних клапанів тиску КТ1 та КТ2 для насосів Н1 та Н2 відповідно запобіжний клапан V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR (рис.2.7).



Рис 2.7. Клапан тиску V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Характеристики клапана тиску V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR:

- Максимальний тиск, МПа: 18
- Максимальна витрата, л/хв: 100
- Номінальна витрата, л/хв: 70

Манометр

Манометрами Н1, Н2 та Н3 обираємо манометри з гліцериновим наповненням та кріпленням на переднє кріпильне кільце з отворами Hansa-Flex GMM 63-160 HFR (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Манометр Hansa-Flex GMM 63-160 HFR

Характеристики манометрів Hansa-Flex GMM 63-160 HFR:

- Кріплення: переднє кільце з отворами
- Діапазон шкали, Bar: 0...160
- З'єднання: G1/4" – 19
- Клас якості: 1,6
- Область температур, °C: -20...60

Розподільник Р2

В якості розподільника Р2 для відключення насоса великої витрати та малого тиску обираю розподільник двопозиційний п'ятилінійний з електромагнітним керуванням Duplomatic DS3 – SA4/10N – D24 K1 (рис. 2.9).

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33



Рис. 2.9. Розподільник Duplomatic DS3 – SA4/10N – D24 K1

Характеристики розподільника DS3 – SA4/10N – D24K1:

- Витрата, л/хв: 100
- Максимальний тиск, МПа: 35
- Напруга живлення котушки, В: 24

Розподільник P1

В якості розподільника P1, що керує гідроциліндром Ц обираю розподільник трипозиційний семілінійний з електромагнітним керуванням Duplomatic DS3 – S4/10N – D24K1 (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Розподільник Duplomatic DS3 – S4/10N – D24K1

Характеристики розподільника DS3 – S4/10N – D24K1:

- Витрата, л/хв: 100
- Максимальний тиск, МПа: 35
- Напруга живлення котушки, В: 24

Фільтри всмоктуючі ФВ1 та ФВ2

На лінії всмоктування встановлено всмоктуючі фільтри Ф1 та Ф2. В якості цих фільтрів обираємо фільтри STR 050 – 2SG1M60 (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Фільтр всмоктуючий STR 050 – 2SG1M60.

Характеристики фільтра STR 050 – 2SG1M60:

- Тонкість фільтрації, мкм: 60
- Перепад тиску, КПа: 8

Фільтр зливний ФЗ

В якості зливного фільтра обираємо зливний фільтр MPT 100 P10 3/4" (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Фільтр зливний MPT 100 P10 3/4".

Характеристики фільтра MPT 100 P10 3/4":

- Витрата, л/хв: 95
- Тонкість фільтрації, мкм: 10

Дросель із зворотним клапаном ДР

В якості елемента, що керує швидкістю висування штока поршня обираю дросель зі зворотним клапаном Paskal STUF 100 3/4 (рис. 2.13).



Рис.2.13. Дросель зі зворотним клапаном Paskal STUF 100 3/4.

Характеристики дроселя Paskal STUF 100 3/4:

- Витрата, л/хв: 80
- Максимальний тиск, МПа: 30
- Тиск спрацювання, МПа: 0,05
- Перепад тиску, МПа: 0,12

Гідроциліндр Ц

Гідроциліндр є в наявності і показаний на Рис. 2.14.

Характеристики гідроциліндра:

- Діаметр поршня, мм: 280
- Діаметр штока, мм: 100
- Хід, мм: 100



Рис.2.14. Гідроциліндр.

2.1.9 Розрахунок втрат на гідроапаратурі

Клапан запобіжний Кт1:

$$\Delta p_{\text{ф.кт1}} = \Delta p_{\text{ном.кп}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.кп}}}{Q_{\text{ном.кп}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,00057}{0,00116} \right)^2 = 0,12 \text{ МПа};$$

Клапан запобіжний Кт2

$$: \Delta p_{\text{ф.кт2}} = \Delta p_{\text{ном.кт}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.кт}}}{Q_{\text{ном.кт}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,00027}{0,00116} \right)^2 = 0,116 \text{ МПа};$$

Клапан зворотний КЗв2:

$$\Delta p_{\text{ф.кзв2}} = \Delta p_{\text{ном.кзв1,2}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.кзв1,2}}}{Q_{\text{ном.кзв1,2}}} \right)^2 = 0,1 \cdot \left(\frac{0,00027}{0,00116} \right)^2 = 0,0054 \text{ МПа};$$

Клапан зворотний КЗВ1:

$$\Delta p_{\text{ф.КЗВ1}} = \Delta p_{\text{ном.КЗВ1,2}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.КЗВ1,2}}}{Q_{\text{ном.КЗВ1,2}}} \right)^2 = 0,1 \cdot \left(\frac{0,00057}{0,00116} \right)^2 = 0,024 \text{ МПа};$$

Розподільник Р2:

$$\Delta p_{\text{ф.р2}} = \Delta p_{\text{ном.р1}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.р1}}}{Q_{\text{ном.р1}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,00057}{0,0025} \right)^2 = 0,026 \text{ МПа};$$

Розподільник Р1:

$$\Delta p_{\text{ф.р1}} = \Delta p_{\text{ном.р3}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.р3}}}{Q_{\text{ном.р3}}} \right)^2 = 2,5 \cdot \left(\frac{0,00077}{0,0025} \right)^2 = 0,24 \text{ МПа};$$

Загальні втрати тиску:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{заг}} &= \Delta p_{\text{заг.тр}} + \Delta p_{\text{заг.кол}} + \Delta p_{\text{заг.шт}} + \Delta p_{\text{кт2}} + \Delta p_{\text{ф.КЗВ2}} + \Delta p_{\text{ф.р1}} + \Delta p_{\text{довж}} = \\ &= 0,012 + 0,0018 + 0,015 + 0,016 + 0,0054 + 0,24 + 0,026 = 0,2883 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Тиск, на який має бути налаштований насос:

$$p_{\text{н}} = p_{1,2} + \Delta p_{\text{заг}} = 6,54 + 0,2883 = 6,8283 \text{ МПа}$$

Де $p_{1,2}$ – тиск робочій подачі, $\Delta p_{\text{заг}}$ – загальні втрати тиску

Приймаємо тиск, налаштований на насосі Н1 $p_{\text{н}} = 7 \text{ МПа}$. Обрані насоси приймаємо до установки.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

2.1.10 Тепловий розрахунок

Під час роботи гідропривода в наслідок механічних, об'ємних та гідравлічних втрат вивільняється велика кількість тепла, що нагріває рідину в гідробаці та розсіюється в навколишньому просторі [5].

Кількість теплоти Θ , кДж, виділеної в гідроприводі за 1 год. роботи t визначають різницею споживаної $N_{\text{п}}$ і ефективної $N_{\text{е}}$ потужностей (кВт):

$$\theta = 3600(N_{\text{H}} - N_{\text{E}}), (\text{Дж/год}).$$

Потужність споживана насосом N_{H} (Вт) і ефективна потужність гідродвигуна N_{E} (Вт)

$$N_{\text{H}} = \frac{p_{\text{H}} Q_{\text{H}}}{\eta_{\text{H}}}, (\text{Вт});$$

$$N_{\text{E}} = p Q \eta_{\text{д}}, (\text{Вт});$$

де p_{H} – тиск на виході насоса, Па; Q_{H} – подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; η_{H} – повний ККД насоса; p – тиск у гідродвигуні, Па; Q – витрата гідродвигуна, $\text{м}^3/\text{с}$; $\eta_{\text{д}}$ – повний ККД гідродвигуна.

Кількість теплоти θ , що виділяється в гідроприводі за 1 год. роботи, визначимо як алгебраїчну суму кількостей теплоти θ_i для кожного такту:

$$\theta = \sum_{i=1}^n \theta_i.$$

З урахуванням записаного виразу кількість теплоти θ_i дорівнює:

$$\Theta_i = 3600(N_{\text{Hi}} - N_{\text{Ei}}) \frac{t_i}{t_{\text{ц}}} = 3600 \left(\frac{p_{\text{Hi}} \cdot Q_{\text{H}}}{60 \cdot \eta_{\text{H}}} - \frac{p_i \cdot Q_i \cdot \eta_{\text{д}}}{60} \right) \frac{t_i}{t_{\text{ц}}}, (\text{Дж/год}).$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

При дросельному регулюванні $p_{Hi} = p_H \approx const$ і визначається налаштуванням переливного клапана.

Визначимо кількість теплоти що виділяється за 1 год. для кожного такту:

$$\begin{aligned}\theta_{1.1} &= 3600 \left(\frac{7 \cdot 10^6 \cdot 0,00077}{60 \cdot 0,8} - \frac{0,346 \cdot 10^6 \cdot 0,00077 \cdot 0,96}{60} \right) \frac{3,9}{11,8} \\ &= 128536 \frac{\text{Дж}}{\text{год}};\end{aligned}$$

$$\theta_{1.2} = 3600 \left(\frac{7 \cdot 10^6 \cdot 0,00027}{60 \cdot 0,8} - \frac{6,5 \cdot 10^6 \cdot 0,00027 \cdot 0,96}{60} \right) \frac{12}{12} = 40662 \frac{\text{Дж}}{\text{год}};$$

$$\begin{aligned}\theta_{2.1} &= 3600 \left(\frac{7 \cdot 10^6 \cdot 0,00077}{60 \cdot 0,8} - \frac{0,346 \cdot 10^6 \cdot 0,00077 \cdot 0,96}{60} \right) \frac{7,9}{11,8} \\ &= 260368 \frac{\text{Дж}}{\text{год}};\end{aligned}$$

$$\theta = \theta_{1.1} + \theta_{1.2} + \theta_{2.1} = 429,566 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

Перевищення сталої температури масла в баку над температурою навколишнього середовища [5].

$$\Delta t = \frac{\theta}{k \cdot F} = \frac{429,566}{63 \cdot 1,38} = 4,94^\circ\text{C} \approx 5^\circ\text{C},$$

де k – коефіцієнт теплопередачі від масла до повітря, при відсутності місцевої циркуляції $k=63 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \text{ год } ^\circ\text{C})$.

Розрахункова площа поверхні гідробаку $F, \text{м}^2$:

$$F = 0,064 \sqrt[3]{V_M^2} = 0,064 \sqrt[3]{100,8^2} = 1,38 \text{ м}^2,$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

де V_m –об’єм масла в баку, дм^3 .

Об’єм масла в гідробаку не повинен перевищувати дво – трихвилинної подачі насоса[5]

$$V_m = (2 \dots 3) Q_{HXB}.$$

Об’єм масла в гідробаку:

$$V_m = 3 \cdot Q_H = 2 \cdot 50,4 = 100,8 \text{ дм}^3.$$

Повний геометричний об’єм гідробаку V_6 – визначають з умови його заповнення на 0,8 висоти й округляють до найближчого значення V_6 із ряду, дм^3 : 10,16,25,40,63,100,125,160,200,250 (ДСТУ 16770/71) [5].

Приймаємо згідно ДСТУ 16770/71 повний геометричний об’єм гідробака

$$V_6 = 125 \text{ дм}^3.$$

Максимальна температура робочої рідини:

$$t_{max} = t_{пов} + \Delta t = 25 + 5 = 30^\circ\text{C},$$

де $t_{пов} = 25^\circ\text{C}$ – температура повітря навколишнього середовища.

Температура рідини не повина перевищувати $+80^\circ\text{C}$, якщо $t_{max} > 80^\circ\text{C}$, то необхідно встановлювати теплообмінник[5]. Але оскільки перевищення температури відсутнє, то необхідність в теплообміннику відсутня.

2.2 Доопрацювання гідравлічної схеми

Але, враховуючи специфіку замовника, реалізація даної схеми стала неможливою, тому було прийнято рішення про максимально можливе спрощення гідравлічної системи стенда. Через це довелося позбутися схеми з

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двома насосами, відповідно позбавившись від одного з розподільників. Також було прийнято рішення позбавитись від трипозиційного розподільника з електромагнітним керуванням, що керує гідроциліндром на користь розподільника з ручним керуванням двопозиційного чотирилінійного. Ці рішення дозволяють спростити не лише гідравлічну схему, а й електричну, що суттєво здешевлює та спрощує модернізацію стенда. Нова перепрацьована схема показана на рисунку 2.15.

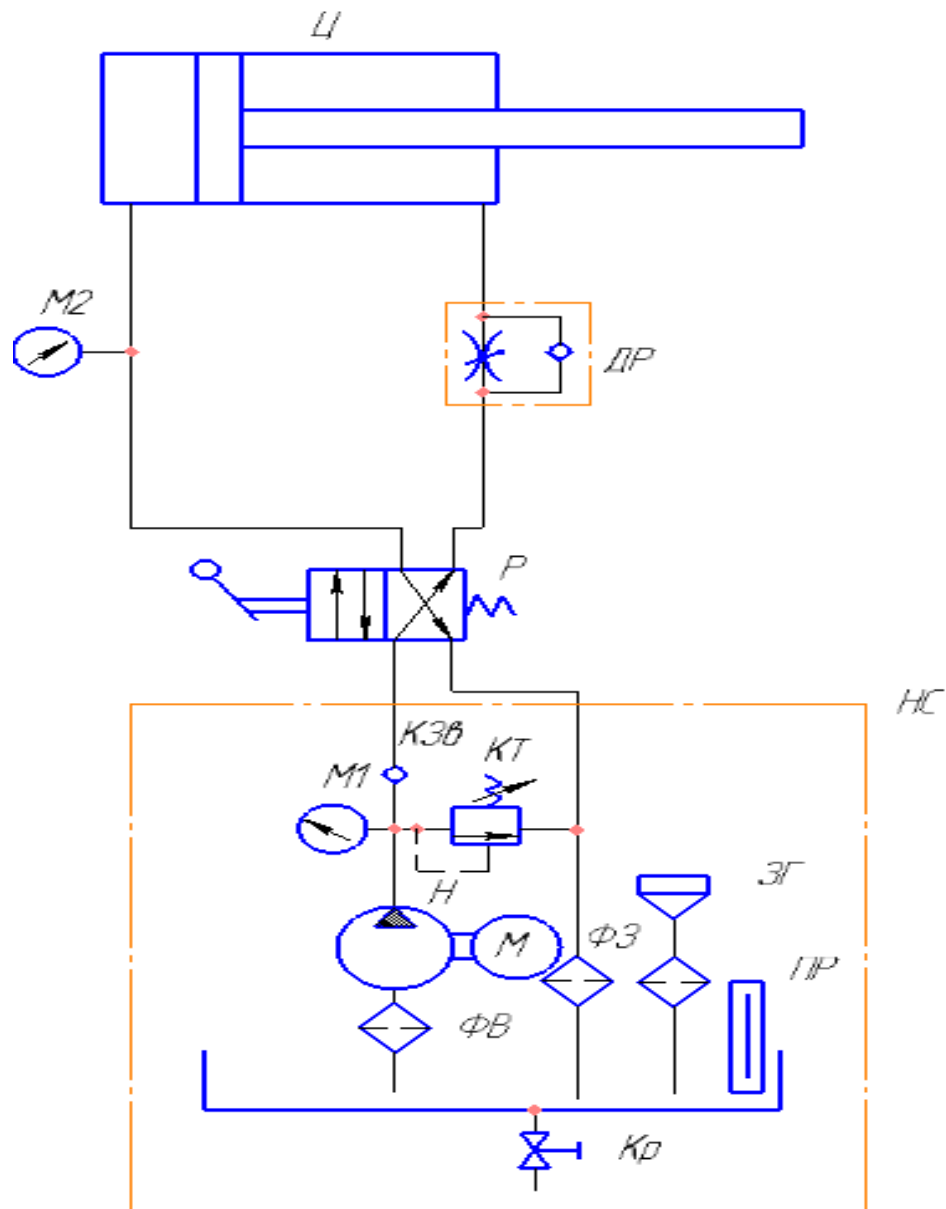


Рис. 2.15. Нова схема, запропонована для здійснення модернізації стенда.

Нова схема складається з фільтра на лінії всмоктування ФВ, насоса Н, манометра М1, клапана тиску КТ, зворотного клапана КЗв, чотирилінійного двопозиційного розподільника з ручним керуванням Р, манометра М2, гідроциліндра Ц, дроселя зі зворотним клапаном ДР, зливного фільтра ФЗ, заливної горловини ЗГ та показчика рівня ПР.

Також було прийняте рішення знизити максимальну швидкість руху штока до 0,25 м/хв. Шток буде рухатись з однією швидкістю впродовж всього свого шляху. Робота гідропривода буде поділена всього на два такти: підвід та відвід. Тому витрата буде виглядати наступним чином.

2.2.1 Визначення витрати, споживаної гідроциліндром

Визначення витрати при русі штока гідроциліндра на виштовхування:

$$Q = \pi D^2 / 4 * V_{\text{п}} = \frac{3,14 * 0,280^2}{4} * \frac{0,25}{60} = 0,00025 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 15,3 \text{л/хв}$$

$V_{\text{п}}$ – швидкість підводу, $V_{\text{п}} = 0,25$ м/хв.

F – робоча площа поршневої порожнини.

Тепер, знаючи швидкість ($V_{\text{п}}=0,25$ м/хв) та шлях ($l_{\text{шт}}=0,1\text{м}$), що проходить шток на робочій подачі, знайдемо час:

$$t_1 = l_{\text{пп}} / v_{\text{пп}} = 0,1 / 0,25 = 0,4 \text{хв} = 24 \text{с}$$

Визначимо витрату при русі поршня гідроциліндра на засування:

$$Q = F_1 * V = F_{\text{шт.пор}} * V_{\text{в}} = 0,053 * 0,25 / 60 = 0,00022 \text{м}^3 / \text{с} = 13,25 \text{л/хв}$$

$V_{\text{в}}$ – швидкість відводу, $V_{\text{в}}=0,25$ м/хв.

$F_{\text{шт.пор}}$ – робоча площа штокової порожнини.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Тепер, знаючи швидкість ($V_{\text{п}}=0,25$ м/хв) та шлях ($l_{\text{шп}}=0,1\text{м}$), що проходить шток на робочій подачі, знайдемо час:

$$t_1 = l_{\text{пп}} / v_{\text{пп}} = 0,1 / 0,25 = 0,4 \text{хв} = 24 \text{с}$$

2.2.2 Підбір насосів та насосної установки

Для нормальної роботи гідропривода необхідно, щоб у кожному такті виконувалась умова:

$$Q_{\text{н}} \geq \sum Q_i,$$

де $Q_{\text{н}}$ -подача насоса; Q_i -витрата споживана i - гідро двигуном в відповідному такті.

Найбільша витрата, що споживає гідроциліндр складає 15,3 л/хв (висування штока гідроциліндра).

Об'єми рідини, що буде надходити у гідросистему за час циклу $t_{\text{ц}}$:

$$V_{\text{ц}} = Q_{\text{н}} t_{\text{ц}},$$

де $t_{\text{ц}} = 24 + 24 = 48 \text{с}$;

$$V_{\text{ц}} = 0,00025 \cdot 24 = 0,006 \text{ м}^3$$

Обсяг рідини $V_{\text{ц.с.}}$, споживаний гідросистемою за час циклу:

$$V_{\text{ц.с.}} = Q_{\text{шп}} t_{1.1} + Q_{\text{шв}} t_{1.3} = 0,00025 \cdot 12 + 0,00022 \cdot 12 = 0,00564 \text{ м}^3$$

Коефіцієнт використання продуктивності насоса визначається як відношення об'єму рідини, споживаного гідросистемою за час циклу, до обсягу рідини, що надходить від насоса:

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$K_Q = \frac{V_{ц.с.}}{V_{ц.}} = \frac{0,00564}{0,00648} = 0,87$$

Вибір насоса:

Обираю шестеренний насос Vivoil серії XP 207 XV-2P/11 (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Vivoil серії XP 207 XV-2P/11

Характеристики насоса серії XP 207 XV-2P/11:

- | | |
|---|------|
| • Робочій об'єм, см ³ : | 10,8 |
| • Максимальний тиск, МПа: | 30 |
| • Номінальний тиск, МПа: | 26 |
| • Діаметр фланця, мм: | 36,5 |
| • Мінімальна швидкість обертання, об/хв: | 700 |
| • Максимальна швидкість обертання, об/хв: | 3500 |

2.2.3 Гідравлічний розрахунок та підбір трубопроводів:

Завдання розрахунку - визначення діаметрів трубопроводів і втрат тиску, що виникають у них при протікання через їх перерізи робочої рідини.

Розрахунок варто робити на ділянках, які мають однакову витрату. Ділянка являє собою трубопровід із встановленими на ньому місцевими опорами (трійники, штуцера, коліна й т.п.) і гідроапаратами.

Внутрішній діаметр труби, мм:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}}$$

де Q_T - витрата рідини на ділянці що розраховується, $м^3/с$.

V_{cp} - середня швидкість рідини, $м/с$.

Отримане значення округляють по ДЕРЖСТАНДАРТУ 8732-78 і ДЕРЖСТАНДАРТУ 8734-75 (6,8,10,16,20,25,32 мм).

Середню швидкість рідини вибирають залежно від призначення трубопроводу:

- для усмоктувальних $V=0,5$ м/с;
- для зливальних $V= 1,4$ м/с;
- для напірних $V= 3$ м/с.

Довжини ділянок трубопроводу:

Довжина на лінії нагнітання $l_1=2,7$ м;

Довжина на лінії зливу $l_2=2,1$ м;

Діаметр трубопроводу:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot v_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00027}{\pi \cdot 3}} = 10,7 \text{ мм}$$

Діаметр трубопроводу обираємо рівним $d_T=16$ мм (за державним стандартом).

Для лінії зливу приймаємо той самий діаметр трубопроводу.

Дійсна швидкість руху рідини:

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$V=4Q/\pi d^2=4\cdot0,00027/\pi\cdot0,016^2=1,34\text{м/с}$$

Де Q – витрата, d – діаметр трубопроводу.

Число Рейнольдса:

$$Re=Vd/\vartheta=1,34\cdot0,016/45,3\cdot10^{-6}=473,29$$

Де V – реальна швидкість руху рідини, що рухається в трубопроводі, ϑ – коефіцієнт кінематичної в'язкості

Коефіцієнт Дарсі:

$$\lambda=75/Re=75/473,29=0,156$$

Де Re – число Рейнольдса.

Знаходження втрат тиску на ділянках магістрального трубопроводу:

Втрати по довжині:

$$\Delta p_{\text{довж}}=(0,5\lambda\rho V^2)/d=0,5\cdot0,156\cdot851\cdot1,34^2\cdot2,7/0,016=17405,5\text{Па}=0,0174\text{МПа}$$

Де λ – коефіцієнт Дарсі, ρ – густина рідини, V – швидкість руху рідини, d – діаметр трубопроводу, l – довжина трубопроводу.

Втрати тиску на місцевих опорах:

$$\Delta p=0,5\rho\xi V^2$$

Де ξ - втрати на місцевих опорах

$\xi=0,5$ – втрата на штуцері;

$\xi=0,12$ – втрата на коліні;

$\xi=2$ – втрата на трійнику;

Втрати на штуцерах:

$$\Delta p=0,5\rho\xi V^2=0,5\cdot851\cdot0,5\cdot1,34^2=382\text{ Па}=0,000382\text{МПа}$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Втрати на колінах:

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2 = 0,5 \cdot 851 \cdot 0,12 \cdot 1,34^2 = 91 \text{ Па} = 0,000091 \text{ МПа}$$

Втрати на трійниках:

$$\Delta p = 0,5 \rho \xi V^2 = 0,5 \cdot 851 \cdot 2 \cdot 1,34^2 = 1140,34 \text{ Па} = 0,00114 \text{ МПа}$$

Всього на напірній лінії 6 штуцерів, тому загальна втрата тиску на штуцерах дорівнює:

$$\Delta p_{\text{заг. шт}} = \Delta p_6 = 0,000382 \cdot 6 = 0,0023 \text{ МПа}$$

Всього на напірній лінії встановлено 1 трійник, тому сумарні втрати тиску на них дорівнюють:

$$\Delta p_{\text{заг. тр}} = \Delta p_1 = 0,00114 \text{ МПа}$$

На напірній лінії встановлено 5 колін, відповідно сумарні втрати на колінах будуть рівні:

$$\Delta p_{\text{заг. кол}} = \Delta p_5 = 5 \cdot 0,000091 = 0,000455 \text{ МПа}$$

2.2.4 Підбір гідравлічного обладнання та його характеристики

Кількість гідравлічного обладнання зрівняно з минулою схемою суттєво зменшилась, але деякі елементи будуть замінені іншими.

Зворотний клапан

Клапан зображено на рисунку 2.17. Обираємо 2 клапани VLV.CD RITEGNO INDUSTRI. 1/2 OMFB в якості зворотних клапанів КЗв1 та КЗв2 для насосів Н1 та Н2 відповідно.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Рис. 2.17. Зворотний клапан VLV.CD RITEGNO INDUSTR. 1/2 OMFB

Характеристики зворотного клапана VLV.CD RITEGNO INDUSTR. 1/2 OMFB:

- Максимальна витрата, л/хв: 70
- Максимальний тиск, МПа: 35
- Різьба: 1/2"

Запобіжний клапан

Обираємо в якості запобіжного клапана тиску КТ для насоса Н запобіжний клапан V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR (рис.2.18).



Рис. 2.18. Клапан тиску V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Характеристики клапана тиску V0710 VMP 1/2" 10-180 BAR:

- Максимальний тиск, МПа: 18
- Максимальна витрата, л/хв: 100
- Номінальна витрата, л/хв: 70

Розподільник



Рис. 2.20 розподільника Badestnost P40 A1 GKZ:

Характеристики розподільника Badestnost P40 A1 GKZ:

- Витрата, л/хв: 40
- Максимальний тиск, МПа: 20

Манометр

Розподільник обираємо двопозиційний чотирилінійний з ручним керуванням Badestnost P40 A1 GKZ (рис. 2.20).

Манометрами Н1, Н2 обираємо манометри з гліцериновим наповненням та кріпленням на переднє кріпильне кільце з отворами Hansa-Flex GMM 63-160 HFR (рис. 2.19).

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50



Рис. 2.19. Манометр Hansa-Flex GMM 63-160 HFR

Характеристики манометрів Hansa-Flex GMM 63-160 HFR:

- Кріплення: переднє кільце з отворами
- Діапазон шкали, Bar: 0...160
- З'єднання: G1/4" – 19
- Клас якості: 1,6
- Область температур, °C: -20...60

Гідроциліндр Ц

Гідроциліндр є в наявності (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Гідроциліндр.

Характеристики гідроциліндра:

- Діаметр поршня, мм: 280
- Діаметр штока, мм: 100
- Хід, мм: 100

Фільтр всмоктувальний ФВ

На лінії всмоктування встановлено всмоктувальний фільтр ФВ. В якості цього фільтра обираємо фільтр STR 050 – 2SG1M60 (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Фільтр всмоктуючий STR 050 – 2SG1M60.

Характеристики фільтра STR 050 – 2SG1M60:

- Тонкість фільтрації, мкм: 60
- Перепад тиску, КПа: 8

Дросель із зворотним клапаном ДР

В якості елемента, що керує швидкістю висування штока поршня обираю дросель зі зворотним клапаном Paskal STUF 100 3/4 (рис. 2.23).



Рис.2.23. Дросель зі зворотним клапаном Paskal STUF 100 3/4.

Характеристики дроселя Paskal STUF 100 3/4:

- Витрата, л/хв: 80
- Максимальний тиск, МПа: 30
- Тиск спрацювання, МПа: 0,05
- Перепад тиску, МПа: 0,12

2.2.5 Розрахунок втрат на гідроапаратурі

Клапан запобіжний Кт:

$$\Delta p_{\text{ф.кт}} = \Delta p_{\text{ном.кт}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.кт}}}{Q_{\text{ном.кт}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,00027}{0,00116} \right)^2 = 0,116 \text{ МПа};$$

Клапан зворотний КЗв:

$$\Delta p_{\text{ф.кзв2}} = \Delta p_{\text{ном.кзв1,2}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.кзв1,2}}}{Q_{\text{ном.кзв1,2}}} \right)^2 = 0,1 \cdot \left(\frac{0,00027}{0,00116} \right)^2 = 0,0054 \text{ МПа};$$

Розподільник Р:

$$\Delta p_{\text{ф.р}} = \Delta p_{\text{ном.р1}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{ф.р1}}}{Q_{\text{ном.р1}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\frac{0,00027}{0,00044} \right)^2 = 0,188 \text{ МПа};$$

Загальні втрати тиску:

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{заг}} &= \Delta p_{\text{заг.тр}} + \Delta p_{\text{заг.кол}} + \Delta p_{\text{заг.шт}} + \Delta p_{\text{кт}} + \Delta p_{\text{ф.кзв}} + \Delta p_{\text{ф.р}} + \Delta p_{\text{довж}} = 0,0014 + \\ &+ 0,00091 + 0,000382 + 0,116 + 0,0054 + 0,188 + 0,026 = 0,3381 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Тиск, на який має бути налаштований насос:

$$p_{\text{н}} = p_{1.2} + \Delta p_{\text{заг}} = 6,54 + 0,3381 = 6,878 \text{ МПа}$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Де $p_{1.2}$ – тиск робочій подачі, $\Delta p_{\text{заг}}$ – загальні втрати тиску

Приймаємо тиск, налаштований на насосі Н1 $p_H=7\text{МПа}$. Обраний насос приймаємо до установки.

2.2.6 Тепловий розрахунок

Під час роботи гідропривода в наслідок механічних, об'ємних та гідравлічних втрат вивільняється велика кількість тепла, що нагріває рідину в гідробаці та розсіюється в навколишньому просторі.

Кількість теплоти Θ , кДж, виділеної в гідроприводі за 1 год. роботи t визначають різницею споживаної N_H і ефективної N_E потужностей (кВт):

$$\theta = 3600(N_H - N_E), (\text{Дж/год}).$$

Потужність споживана насосом N_H (Вт) і ефективна потужність гідродвигуна N_E (Вт)

$$N_H = \frac{p_H Q_H}{\eta_H}, (\text{Вт});$$

$$N_E = p Q \eta_d, (\text{Вт});$$

де p_H – тиск на виході насоса, Па; Q_H – подача насоса, $\text{м}^3/\text{с}$; η_H – повний ККД насоса; p – тиск у гідродвигуні, Па; Q – витрата гідродвигуна, $\text{м}^3/\text{с}$; η_d – повний ККД гідродвигуна.

Кількість теплоти θ , що виділяється в гідроприводі за 1 год. роботи, визначимо як алгебраїчну суму кількостей теплоти θ_i для кожного такту:

$$\theta = \sum_{i=1}^n \theta_i.$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

З урахуванням записаного виразу кількість теплоти Θ_i дорівнює:

$$\Theta_i = 3600(N_{Hi} - N_{Ei}) \frac{t_i}{t_u} = 3600 \left(\frac{p_{Hi} \cdot Q_H}{60 \cdot \eta_H} - \frac{p_i \cdot Q_i \cdot \eta_d}{60} \right) \frac{t_i}{t_u}, (\text{Дж/год}).$$

При дросельному регулюванні $p_{Hi} = p_H \approx \text{const}$ і визначається налаштуванням переливного клапана.

Визначимо кількість теплоти що виділяється за 1 год. для кожного такту:

$$\theta_1 = 3600 \left(\frac{7 \cdot 10^6 \cdot 0,00027}{60 \cdot 0,8} - \frac{6,8 \cdot 10^6 \cdot 0,00027 \cdot 0,96}{60} \right) \frac{24}{24} = 35996,4 \frac{\text{Дж}}{\text{год}};$$

$$\theta_2 = 3600 \left(\frac{7 \cdot 10^6 \cdot 0,00027}{60 \cdot 0,8} - \frac{0,346 \cdot 10^6 \cdot 0,00027 \cdot 0,96}{60} \right) \frac{24}{24} = 136369 \frac{\text{Дж}}{\text{год}};$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 = 172,365 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

Перевищення сталої температури масла в баку над температурою навколишнього середовища.

$$\Delta t = \frac{\theta}{k \cdot F} = \frac{172,365}{63 \cdot 0,65} = 4,2^\circ\text{C} \approx 4^\circ\text{C},$$

де k – коефіцієнт теплопередачі від масла до повітря, при відсутності місцевої циркуляції $k=63 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \text{ год } ^\circ\text{C})$.

Розрахункова площа поверхні гідробаку $F, \text{м}^2$:

$$F = 0,064 \sqrt[3]{V_M^2} = 0,064 \sqrt[3]{32,4^2} = 0,65 \text{ м}^2,$$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

де V_m –об’єм масла в баку, дм^3 .

Об’єм масла в гідробаку не повинен перевищувати дво – трихвилинної подачі насоса[5]

$$V_m = (2 \dots 3) Q_{HXB}.$$

Об’єм масла в гідробаку:

$$V_m = 3 \cdot Q_H = 2 \cdot 16,2 = 32,4 \text{ дм}^3.$$

Повний геометричний об’єм гідробаку V_6 – визначають з умови його заповнення на 0,8 висоти й округляють до найближчого значення V_6 із ряду, дм^3 : 10,16,25,40,63,100,125,160,200,250 (ДСТУ 16770/71).

Приймаємо згідно ДСТУ 16770/71 повний геометричний об’єм гідробака

$$V_6 = 40 \text{ дм}^3.$$

Максимальна температура робочої рідини:

$$t_{max} = t_{пов} + \Delta t = 25 + 4 = 29^\circ\text{C},$$

де $t_{пов} = 25^\circ\text{C}$ – температура повітря навколишнього середовища.

Температура рідини не повина перевищувати $+80^\circ\text{C}$, якщо $t_{max} > 80^\circ\text{C}$, то необхідно встановлювати теплообмінник[5]. Але оскільки перевищення температури відсутнє, то необхідність в теплообміннику відсутня.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі буде розглянуто процес і технологія виготовлення деталі «Панель керування» (рис. 3.1), що призначена для прикріплення до неї розподільника та клапану тиску.

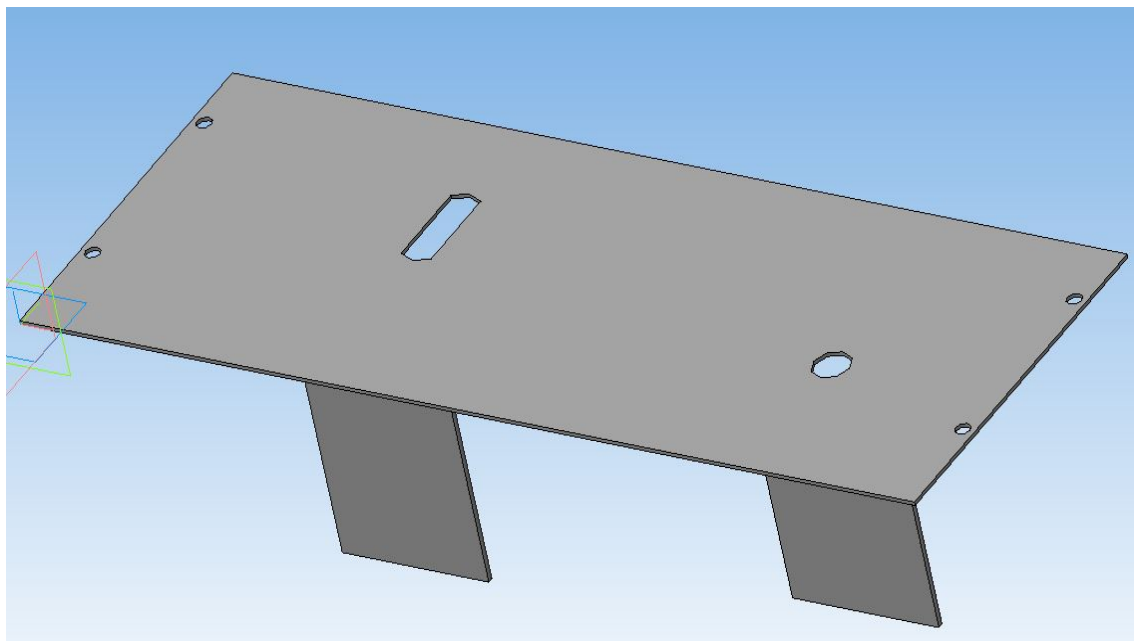


Рис. 3.1. Деталь «Панель керування»

3.1 Технологічний контроль креслення

В ході технологічного контролю креслення виявлено наступне:

- На кресленні поставленні всі розміри, які необхідні для виготовлення деталі;
- Вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі «Панель керування» відповідають вимогам, які пред'явленні до шорсткості цих поверхонь.

3.2 Аналіз призначення та умов роботи деталі у вузлі

Деталь «Панель керування» виготовлено з листового металу товщиною 2 мм зі сталі 10, що використовується для виробництва сталевого прокату. А також для виготовлення різних металоконструкцій, баків, котлів, автомобільних кузовів та їх обшивок, штампованих коліс, тощо.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

На даній деталі буде закріплено такі елементи керування гідроприводом, як гідророзподільник та клапан тиску. Цими елементами забезпечено керування рухом поршня гідроциліндра та налаштування робочого тиску. Ця деталь має бути достатньо міцною та надійною для виконання поставленої для неї задачі.

Сталь 10 має наступний хімічний склад та механічні характеристики (табл. 3.1, табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Хімічний склад сталі 10(ГОСТ 1050 - 88), %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
Не менш ніж:						
0,07 - 0,14	0,17 - 2,2	0,35 – 0,65	0,035	0,04	0,15	0,25

Таблиця 3.2

Механічні властивості сталі 10

σ_B , кгс\мм ²	σ_T , кгс\мм ²	δ	ψ	a	HB
≥ 420	≥ 340	≥ 31 - 33	> 69	≥ 6	288...219

Висновок: матеріал заготовки сталь 10 ГОСТ1050-88 відповідає заданим умовам роботи деталі в вузлі і може забезпечити надійну працездатність деталі. Конструктивні особливості деталі відповідають службовому призначенню.

3.3 Визначення способу виробництва

Оскільки в даному випадку цю деталь виготовлено тільки для даного конкретного одного стенда, виробництво буде одиничним. Більше, ніж одна деталь не знадобиться.

Висновок: всі подальші технологічні рішення будемо розробляти для умов одиничного типу виробництва.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3.4. Відпрацювання конструкції деталі на технологічність

Технологічність – це властивості виробу, які забезпечують найбільшу простоту реалізації технологічного процесу.

Відпрацювання на технологічність представляє собою комплекс заходів по забезпеченню необхідного рівню технологічності конструкції по встановленим показникам, направлена на підвищення продуктивності праці, зниженню затрат і скорочення часу на виготовлення виробу при витримувannya її якості.

Оцінка технологічності може бути двох видів:

- Якісна
- Кількісна.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції взагалі на основі досвіду і допускається на всіх етапах проектування як попередня.

Кількісна оцінка технологічності виробу виражається числовим показником і раціональна у тому випадку, коли ці показники сильно впливають на технологічність виробу.

3.4.1. Якісні характеристики технологічності

Матеріал виробу – Сталь 10, використовується для виготовлення таких деталей як кузови автомобілей, штамповані диски. тощо.

Ця сталь добре зварюється а також добре підходить для вигинання. Ця сталь легко ріжеться. Деталь не маї високої точності, її поверхні не мають великої точності обробки.

3.4.2. Кількісні характеристики технологічності

Деталь буде виготовлено в єдиному екземплярі. Точність виготовлення мінімальна, а багато приєднувальних розмірів взято із великим запасом.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Висновок: в цілому, по якісним і за кількісними показникам деталь є технологічною.

3.5. Техніко - економічне обґрунтування вибору методу виготовлення заготовок

Головним при виборі методу отримання заготовки є забезпечення заданої якості готової деталі при її мінімальній собівартості.

Технологічні процеси отримання заготовок визначаються технологічними властивостями матеріалу, конструктивними формами і розмірами деталі та об'ємом виробництва.

Заготовки в машинобудуванні можуть бути отримані такими методами: литтям, куванням, пресуванням, штампуванням, з прокату, вирізанням, комбінованими методами.

На вибір методу виготовлення заготовки мають вплив :

- матеріал деталі.
- її призначення та технічні вимоги на виготовлення.
- об'єм та серійність випуску.
- форма та розміри деталі.

Правильний вибір виду заготовки багато у чому визначає ефективність процесу обробки різанням, якість деталі, її вартість.

Ми отримуємо три заготовки, вирізані на лазерному ЧПК верстаті зі сталевого листа, тому що собівартість цієї заготовки найменша, а конструкція деталі має незначні відхилення в розмірах, а також це дуже швидкий і дешевий спосіб виготовлення таких заготовок.

Висновок: заготовки отримуємо вирізанням їх лазером на ЧПК верстаті. А кріпильні отвори свердляться на свердлильному верстаті. Маса деталі 2,5 кг.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

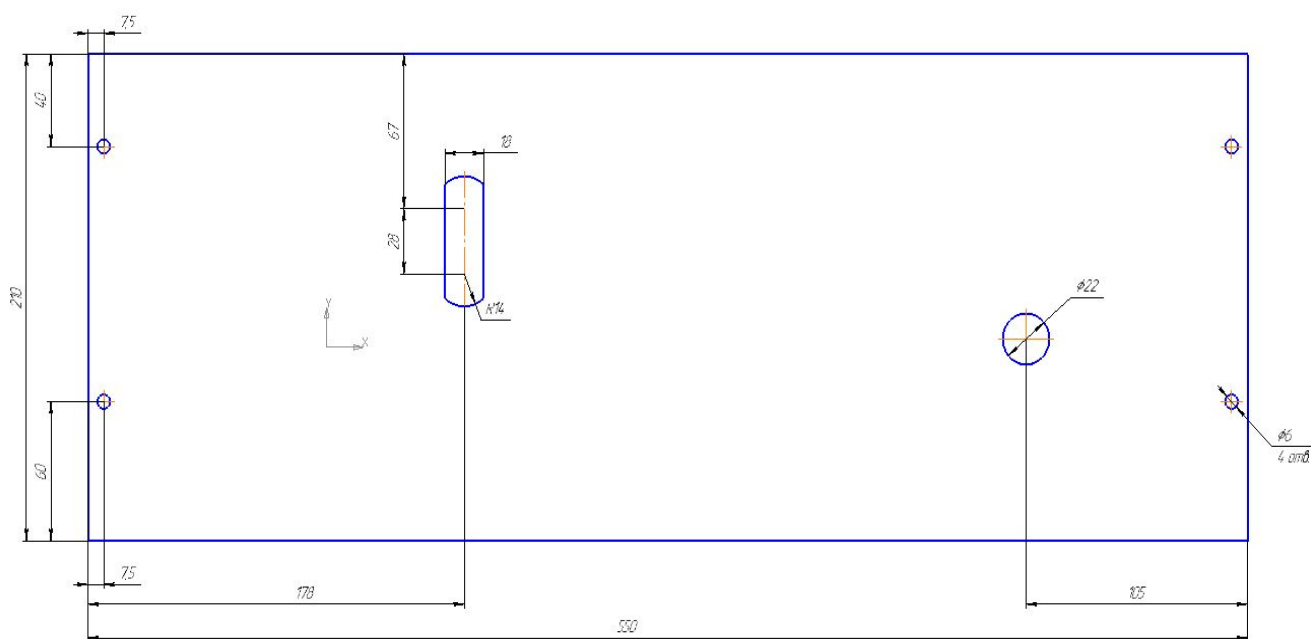


Рис 3.2. Ескіз лицевої частини деталі

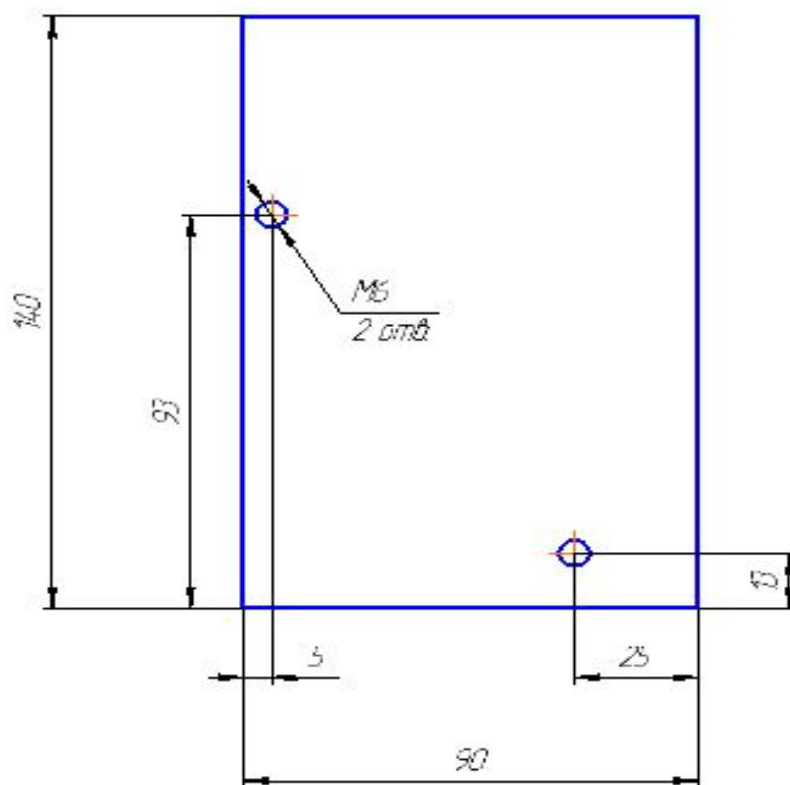


Рис. 3.3 Ескіз кріплення розподільника

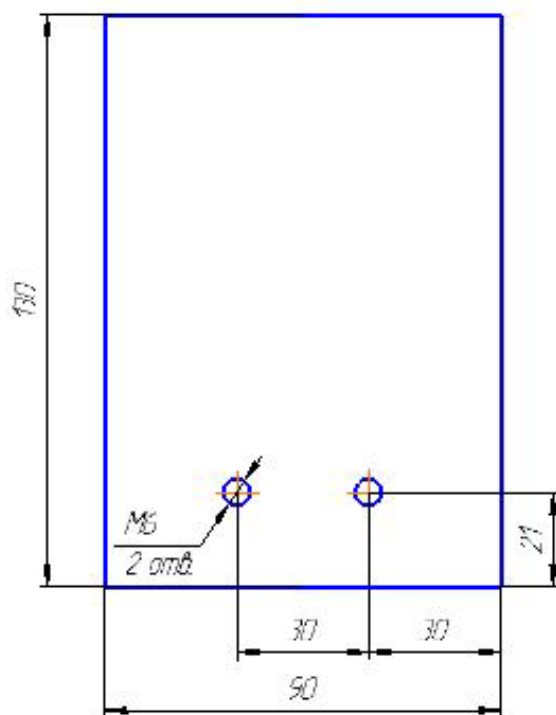
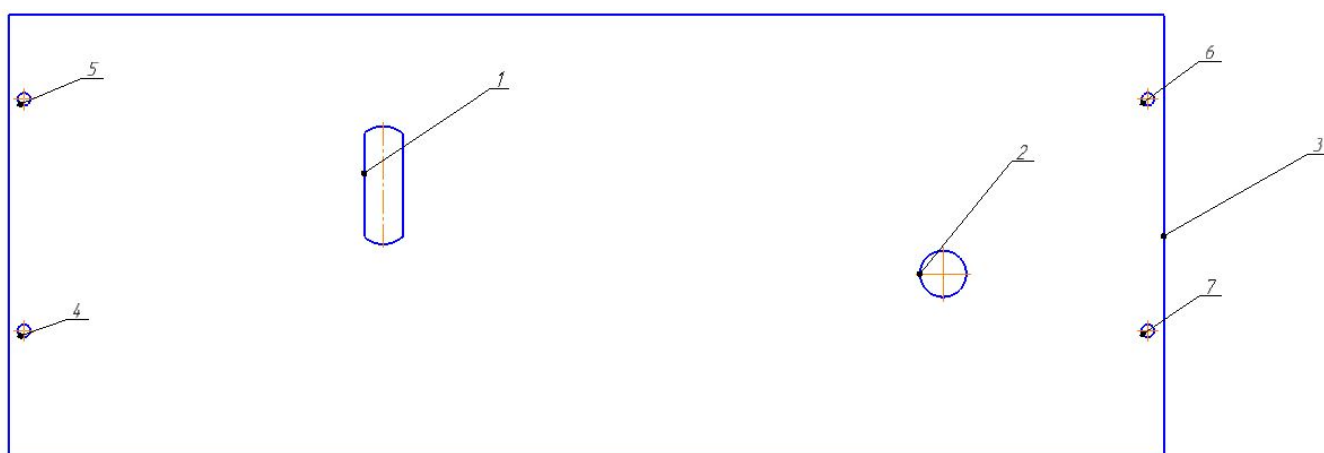


Рис. 3.4 Ескіз кріплення клапану тиску

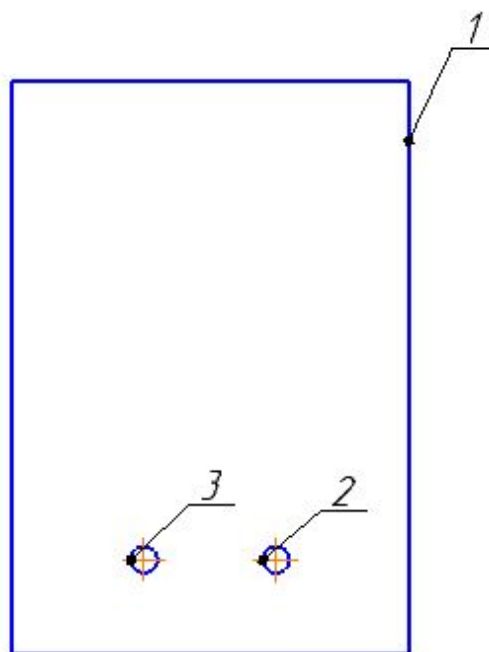
3.6 Проектування технологічних послідовностей операцій

Кожну заготовку буде виготовлено окремо, потім їх буде з'єднано разом за рахунок електродугового зварювання для отримання потрібної для стенда деталі.

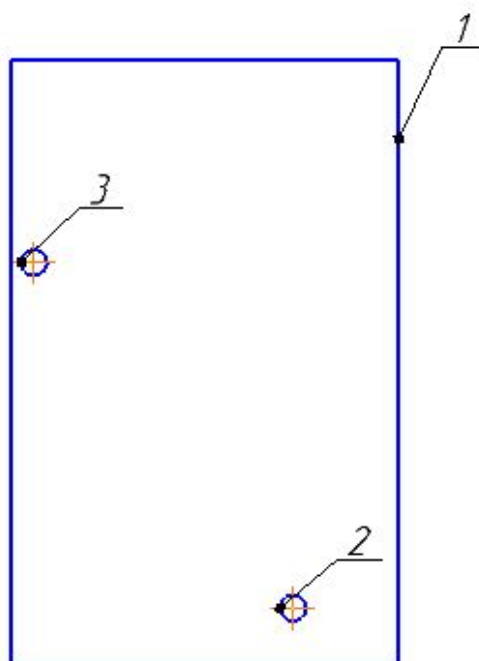


3.5 Ескіз заготовки лицевої частини

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



3.6 Ескіз заготовки кріплення клапана тиску



3.7 Ескіз заготовки кріплення розподільника

Послідовність виготовлення кожної заготовки наведено у таблицях 3.3, 3.4, 3.5.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Табл. 3.3

Послідовність обробки для заготовки верхньої частини панелі

Поверхні	IT _i	R _a	Послідовність обробки	IT _i	R R _a
	За кресленням			Після оброблення	
1	12	6,3	Вирізання отвору для розподільника	12	6,3
2	12	6,3	Вирізання отвору для клапану тиску	12	6,3
3	12	6,3	Вирізання заготовки	12	6,3
4	12	6,3	Свердлення отвору №1	12	6,3
5	12		Свердлення отвору № 2	12	6,3
6	12		Свердлення отвору № 3	12	6,3
7	12		Свердлення отвору № 4	12	6,3

Табл. 3.4

Послідовність обробки для заготовки кріплення клапану тиску

Поверхні	IT _i	R _a	Послідовність обробки	IT _i	RR _a
	За кресленням			Після оброблення	
1	14	6,3	Вирізання заготовки	14	6,3
2	12	6,3	Свердлення отвору №1	12	6,3
3	12	6,3	Свердлення отвору №2	12	6,3

Табл.3.5

Послідовність обробки для заготовки кріплення розподільника

Поверхні	IT _i	R _a	Послідовність обробки	IT _i	R R _a
	За кресленням			Після оброблення	
1	14	6,3	Вирізання заготовки	14	6,3
2	12	6,3	Свердлення отвору №1	12	6,3
3	12	6,3	Свердлення отвору №2	12	6,3

3.7 Проектування варіантів маршрутних технологічних процесів

На даному етапі проектування необхідно розробити маршрутний технологічний процес обробки заданої деталі. При розробці маршрутної технології для реалізації кожної технологічної операції встановлюють групу і модель верстата, необхідні пристосування та інструмент. Загальні правила вибору технологічного обладнання встановлені ГОСТ 14.404-73.

Загальні правила розробки маршрутного технологічного процесу:

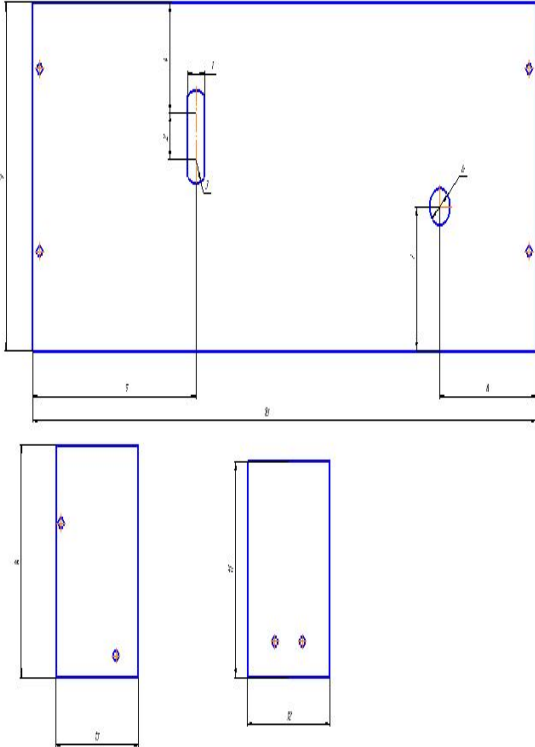
1. В першу чергу оброблюються поверхні, які є технологічними базами для наступної обробки;
2. Кожна наступна операція повинна покращувати якість обробленої поверхні;
3. Чорнову чистову обробку треба розглядати на різних операціях;
4. Кінцеві операції треба проводити в кінці технологічного процесу;
5. Отвори необхідно свердлити в кінці технологічного процесу, якщо вони не є базами для установки;
6. Обробку поверхонь з точним взаємним положенням необхідно проводити в одній операції;
7. Переходи треба розташувати так, щоб шлях менш стійких інструментів був мінімальним.

В табл.3.6 наведений один з раціональних варіантів маршрутного технологічного процесу.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Табл. 3.6

Технологічні операції

	Назва операції та теоретична схема базування	Вид обладнання	Система оснастки	Різальний Інструмент
	2	3	4	5
005	 <p>А. Покласти лист на стіл лазерного верстата.</p> <p>005.01 Вирізати отвір, витримуючи розміри 1,2,3,4,5.</p> <p>005.02 Вирізати отвір, витримуючи розміри 6,7, 8.</p> <p>005.03 Вирізати заготовку лицевої частини, витримуючи розміри 9,10.</p> <p>005.04 Вирізати заготовку кріплення клапану тиску, витримуючи розміри 11, 12.</p> <p>005.05 Вирізати заготовку кріплення розподільника, витримуючи розміри 13. 14.</p>	Лазерний верстат з ЧПК Tesla Weld 3150	Універсаль-на	

К.

МА61104.ДП.00.00.00ПЗ

66

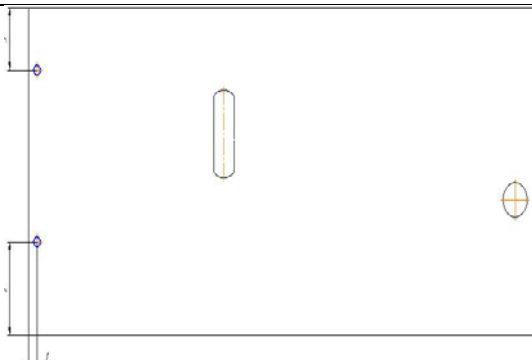
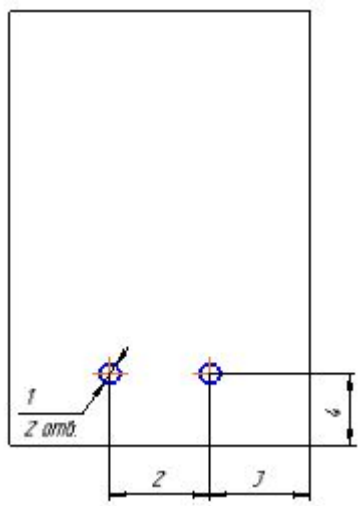
Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

	2	3	4	5
010	 <p>А. Встановити, закріпити, зняти. 010.01 Просвердлити отвори в лицевій частині , витримуючи розміри 1, 2, 3, 4</p>	Свердли- льний верстат 2Н135	Універса ль-на	Свердло 6 мм
015	 <p>А.Встановити, закріпити, зняти. 015.01 Просвердлити отвори в заготовці кріпленні клапану тиску, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4.</p>	Свердли- льний верстат2Н1 35	Універса ль-на	Свердло 5 мм

Продовження Табл. 3.6

	2	3	4	5
020	 <p>А. Встановити, закріпити, зняти. 020.01 Просвердлити отвори в заготовці кріпленні розподільника, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5.</p>	Свердильний верстат 2Н135	Універсаль-на	Свердло 5 мм
030	Зварювання			
035	Зачищення швів			
040	Фарбування			

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних чинників при роботі

Темою моєї дипломної роботи – «Модернізація навчального стенда». У даній роботі досліджувались характеристики гідроциліндра, а також всього гідропривода навчального стенда. Робота проводилася за персональним комп'ютером. Основні небезпечні та шкідливі фактори:

- Мікроклімат
- Освітлення
- Електробезпека
- Пожежна безпека

4.2 Характеристики об'єкту

Розміри кімнати, в якій встановлено персональний комп'ютер та інша техніка: 12 кв.м, а об'єм $V=12 \cdot 2,7=32,4\text{м}^3$. Це приміщення відповідає санітарним нормам температури, чистоти повітря, але не забезпечена ізоляцією від виробничих шумів, оскільки кімната знаходиться в житловій будівлі.

За санітарними нормами площа робочого місця з персональним комп'ютером для дорослого користувача має бути не менше ніж 6м^2 , а об'єм має складати не менше ніж 20м^3 . Таким чином видно, що санітарні норми в данній кімнаті повністю виконуються.

В данному приміщенні робота ведеться за монітором комп'ютера, тому тут має бути забезпечено параметри мікроклімату, що задовольняють всі норми.

Задля створення відповідних параметрів мікроклімату приміщення регулярно провітрюється два рази на день, вранці та ввечері.

Мікроклімат в робочих приміщення характеризується наступними параметрами: температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці. Вони повинні відповідати вимогам [11]. Крім того, необхідно

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

забезпечити правильні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони. Результати досліджень показали, що позитивні іони у великій кількості негативно впливають на розумову і фізичну працездатність (поява швидкої втоми), на діяльність серцево-судинної системи і системи кровотворення, а негативні іони, навпаки, позитивно впливають на здоров'я людини. [11]

Необхідні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони забезпечують:

- генератори негативних іонів;
- установки штучного зволоження;
- кондиціонери;
- загально-обмінна проточно-витяжна вентиляція.

В даному приміщенні встановлено установку штучного зволоження, термометр та вентиляція за рахунок провітрювання.

Таблиця 4.1

Характеристика повітря

Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Дійсна		Оптимальна	Дійсна
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21 - 24	23	21	40 - 60	57
Теплий	23 - 28	28	25	40 - 60	42

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °C та підтримується за рахунок кондиціонера БК2000, відносна вологість повітря 42% забезпечується зволожувачем повітря.

У холодний період року, середня температура складає 23 °C , що підтримується за рахунок центрального опалення. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити висновок, що мікроклімат приміщення є сприятливим для праці.

4.3 Освітлення

Недостатність освітлення призводить до напруження зору, що призводить до зниження уваги та до настання передчасної втомленості. Занадто яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати людину, що працює на цьому робочому місці. Всі ці речі можуть призвести до нещасного випадку або профзахворювань, саме тому дуже важливо правильно розрахувати освітлення, кількість світильників, а також тип їх розташування

Штучне освітлення в приміщеннях для користування персональним комп'ютером повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з документами, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування та перечитування документів).

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300-500 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ, а також компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване(місцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

допомогою електричних джерел світла - ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

У даному випадку робота ведеться за комп'ютером, тому вона відноситься до робіт високої точності, розряд зорової роботи – III.

Розрахунок освітлення проводиться для кімнати площею 12 м^2 , ширина якої 4м, висота – 2.7 м. Розрахунок проведемо за методом світлового потоку[8].

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

Де $E_{\text{еф}}$ - розраховується світловий потік, Лк;

E - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею). Роботу програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду високоточних точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде $E = 200\text{ лк}$;

S - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 12\text{ м}^2$);

z - відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай $Z = 1,1$);

k_3 - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику.

η - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін ($P_{\text{с}}$) і стелі ($P_{\text{п}}$), Стеля приміщення свіжопофарбована у білий колір $\rho_{\text{сл}} = 70\%$, стіни мають світлобіжовий колір $P_{\text{сн}}$

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

= 50%, підлога з лакованого паркету $\rho_p=30\%$.. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{12}{1.9 \cdot (4+3)} = 0.902$$

де: S - площа приміщення, $S = 12 \text{ м}^2$;

h - розрахункова висота підвісу, $h = 1,9 \text{ м}$;

A - ширина приміщення, $A = 4 \text{ м}$;

B - довжина приміщення, $B = 3 \text{ м}$.

Підставивши значення отримаємо:

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею знаходимо $\eta = 0,47$.

Для освітлення використовується лампа розжарювання 100 Вт, світловий потік яких $F = 15000 \text{ Лм}$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку E_{ef} :

$$E_{ef} = \frac{15000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,47}{12 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 356,06 \text{ лк}$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще місцеве освітлення, у вигляді настільної лампи із лампочкою розжарювання, потужністю 60 Вт. А от освітленість екрану задовольняє нормам.

Для покращення освітлення, а також для економії електроенергії замінимо лампу розжарювання в люстрі на лампу ЛЕД E27-E40 6400K LB-65 Feron.

4.4 Електробезпека

У зв'язку зі зростанням користувачів електромережею зростає споживання електроенергії, а також спостерігається зростання кількості споживачів електричної енергії. Через це питання забезпечення електробезпеки набуває особливої важливості не тільки в побуті, а ще й у виробництві.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

У приміщенні знаходиться лише одна ЕОМ, але всеодно встановлено запасний аварійний вимикач із запобіжником, що вимикає струм у всьому приміщенні за виключенням освітлювальних приладів. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, а розетки в кімнаті виконано із захисним зануленням.

Також комп'ютер підключено до електромережі через розетку з окремим запобіжником на випадок перевантаження електричної мережі.

Для підключення інших електроприводів передбачено гнучкі дроти в ізоляції із додатковими запобіжниками. Від переносних приладів до джерел живлення проводку проведено по найменшому шляху без заплутування дротів між собою, а також з меблями та приладами.

Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ 2012 та є придатним та безпечним для роботи.

4.5 Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлено ЕОМ, в пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і мають відповідати вимогам з запобігання і гасіння пожежі по [11], з обов'язково наявністю телефонного зв'язку, а також пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні кімнати із ДСП та МДФ, двері з дерева, а віконні переплети із металопластика, корпус ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів.

З метою забезпечення пожежної безпеки та вчасного гасіння пожежі у випадку її виникнення передбачено вогнегасник порошковий ВП – 5(з). Також у коридорі перед входом у квартиру розташовано пожежні гідранти та кнопка виклику пожежної охорони.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті було розроблено два варіанти гідравлічних схем для модернізації навчального стенда для лабораторних робіт зі штампування.

Під час модернізації стенда було:

- 1) Проведено аналіз існуючих навчальних стендів;
- 2) Обґрунтовано важливість модернізації старого обладнання. а також вплив якості навчального обладнання на підготовку спеціаліста;
- 3) Проведено розрахунок та підбір гідравлічного обладнання;
- 4) Побудовано та розраховано дві гідравлічних схеми;
- 5) Створено 3D моделі пристрою;
- 6) Зібрано та запущено стенд;
- 7) Розроблено технологію виготовлення одної з деталей;
- 8) Розроблено рекомендації з охорони праці.

Суть цього дипломного проекту заключається в тому, що можна не обов'язково купувати нове обладнання, а модернізувати старе, що допоможе заощадити кошти, а характеристики такого модернізованого пристрою будуть не поступатися новому. Тепер студент зможе отримувати якісні знання і користуватися новітнім та надійним обладнанням.

В подальшому цей стенд можна буде модернізувати ще. На даний момент деякі з задумок не вдалося втілити, але найближчим часом допрацювання і модернізація цього стенда досягне фінального етапу. Також на нього можна буде встановити тензодатчики, щоб можна було спостерігати за деформаціями, додати додаткове освітлення і більш зручні кнопки вмикання та вимикання насосної станції.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://kpi.ua/ru/1316-1>
2. <https://zarnitza.ru/press-center/blog/uchebno-laboratornye-stendy/>
3. Башта Т. М., Объемные насосы и гидравлические двигатели, М: Машиностроение 1969.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Штамповка>
5. Буслов В. К., Методичні вказівки до курсового проектування за курсом «Проектування об'ємних гідроприводів».
6. <https://autokomplekt.com/shop/addinol/industrial-lubricants/hydraulic-oil/addinol-hydraulic-oil-hlp-46-af-hlp-68-af/>
7. Анурев В. И., Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т., 8-е изд. переработанное, М: Машиностроение 2001, 920 с.
8. Конспект лекцій з курсу «Об'ємні машини»
9. Федорець В. О., Педченко М. Н., Струтинський В. Б., Новік М. А., Єлисеєв Ю. В., Гідроприводи та гідро пневмоавтоматика, К: Вища шк.. 1995, 463 с.
10. Бим-Бад Б. М., Кабаков М. Г., Прокофьев В. Н., Стесин С. П., Атлас конструкций гидромашин и гидропередат, М: Машиностроение 1990, 136 с.
11. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк «Основи охорони праці», Київ 2006.
12. Під редакцією А.Ф. Горбачевина, Курсове проектування по технології машинобудування, Мінськ: Вища школа 1975
13. Добрянський С. С., Фролов В.К., Малашее В., Методичні рекомендації до практичним заняттям та індивідуальної роботи з дисципліни «Технологія машинобудувальника» для студентів спеціальностей хімічного машинобудування, К: КПІ 1991, 91 с.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

14. Під редакцією Кошлової А.Г. та Мещаніков Р.К., Довідник технолога –машинобудівника Т.1. и 2, 4 –е видав., перероб. та допов., М: Машинобудування 1985-1986, 823 с.

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

ДОДАТОК А . ФОТОГРАФІЇ



Рис. А.1. Розбірка попередньо зібраного стенда



Рис. А.2. Примірка розподільника

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78



Рис. А.3. Збірка гідросистеми стенду



Рис. А.4. Підключення гідроапаратури

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79



Рис.А.5. Підключення трійника під манометр у систему



Рис. А.6. Підгонка панелі приладів

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80



Рис. А.6. Підключення гідростанції до системи



Рис. А.7. Примірка манометра



Рис. А.8. Підключення гідроциліндра



Рис. А.9. Встановлення штуцерів у гідроциліндр

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82



Рис. А.10. Вид стенда під час збирання



Рис. А.11. Манометр перед встановленням на стенд

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83



Рис. А.12. Шланги високого тиску



Рис. А.13. Шланги високого тиску



Рис. А.14. Підключення лінії зливу



Рис. А.15. Остаточне збирання стенду

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85



Рис. А.16 Стенд зібраний



Рис. А.17. Зібраний стенд, вигляд спереду

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86



Рис. А.18. Зібраний стенд вигляд загальний

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

ДОДАТОК Б. СПЕЦИФІКАЦІЇ

					МА61104.ДП.00.00.00ПЗ	К.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
		*/			МА61104.ДП.00.00.00ВЗ	Стенд навчальный		*/2хА1		
						Сборочные единицы				
		*/	1	МА61104.ДП.01.00.00ВЗ	Станция наосна	1	*/2хА1			
		А1	2	МА61104.ДП.02.00.00СК	Гідроциліндр	1				
		А1	3	МА61104.ДП.03.00.00СК	Станина	1				
						Детали				
			4	МА61104.ДП.00.00.01	Панель приладів	1				
			5	МА61104.ДП.00.00.02	Стійка	4				
			6	МА61104.ДП.00.00.03	Гайка спеціальна S50x10	8				
			7	МА61104.ДП.00.00.04	Плита	1				
						Прочие изделия				
			8		Клапан тиску V0710 1/2" 10-180 BAR VMP	1				
			9		Розподільник Р40 А1 GKZ Badestnost	1				
			10		Манометр GMM 63-160 HFR Hansa-Flex	2				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МА61104.ДП.00.00.00					
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					Разраб.	Карашук Я.Ф.				
					Пров.	Гришко І.А.				
					Н.контр.					
Утв.										
					Стенд навчальний			Лит. Лист Листов		
								1		
								КПІ ім. І. Сікорського		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
		*	/		МА61104.ДП.01.00.00ВЗ	Станція насосна		*12хА1	
						Сборочные единицы			
				1	МА61104.ДП.01.01.00. СК	Агрегат силовий	1		
				2	МА61104.ДП.01.02.00. СК	Гідробак	1		
						Детали			
				3	МА61104.ДП.01.00.01	Патрубок всмоктувальний	1		
				4	МА61104.ДП.01.00.02	Прокладка крышки	1		
				5	МА61104.ДП.01.00.03	Патрубок нагнітальний	1		
				6	МА61104.ДП.01.00.04	Прокладка заливної горловини	1		
				7	МА61104.ДП.01.00.05	Пробка зливна	1		
						Стандартные изделия			
				8		Штуцер 1/2 BSP Hansa-Flex	1		
				9		Гвинт М5-6х8 ГОСТ 11738-84	9		
				10		Гвинт АМ6х1,25-6х12,2106ХН28МДТ ГОСТ Р 50405-92	2		
Инв. № подл.							МА61104.ДП.01.00.00		
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Каращук Я.Ф.						
		Пров.	Гришко І.А.						
		Н.контр.							
							Станція насосна		
							Лит.	Лист	Листов
								1	2
							КПІ ім. І. Сікорського		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

[illegible]

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						Документация		
	A1				МА61104.ДП.02.00.00СК	Гідроциліндр		
						Детали		
	A2	1			МА61104.ДП.02.00.01	Гільза	1	
	A3	2			МА61104.ДП.02.00.02	Напівкільце штокове	2	
	A3	3			МА61104.ДП.02.00.03	Кришка	1	
	A3	4			МА61104.ДП.02.00.04	Напівкільце поршневе	2	
	A3	5			МА61104.ДП.02.00.05	Напівпоршень	2	
Взам. инв. №	A3	6			МА61104.ДП.02.00.06	Втулка антифрикційна	1	
	A3	7			МА61104.ДП.02.00.07	Сепаратор	1	
	A3	8			МА61104.ДП.02.00.08	Шток	1	
						Стандартные изделия		
		9				Манжета 1.1-100x125-4 ГОСТ 8752-79	2	
		10				Болт М10х1-6gx16 ГОСТ 7796-70	6	
		11				Болт М12-6gx50 (S18) ГОСТ 7805-70	8	
Подп. и дата		12				Штуцер 3XV NW 32 HS 25 VA Hansa-Flex	2	
		13				Манжета 1-280x260-3 ГОСТ 14896-84	2	
		14				Кільце 080-086-36-1-4 ГОСТ 9833-73	2	
		15				Кільце 265-280-85-2-1 ГОСТ 9833-73	1	
		16				Кільце А100.50 ХГА ГОСТ 13943-86	1	
		17				Кільце мідне CR 30-36-2 Hansa-Flex	2	
Инв. № подл.					МА61104.ДП.02.00.00			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Каращук Я. Ф.				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Гришко І. А.						1
	Н.контр.					КПІ ім. І. Сікорського		
	Утв.							